Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Toxolasme nain

Toxolasma parvum

au Canada

EN VOIE DE DISPARITION
2013

COSEPAC
Comité sur la situation des espèces en péril au Canada

COSEWIC
Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2013. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 66 p. (www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).

Note de production :
Le COSEPAC remercie Todd Morris, Kelly McNichols-O'Rourke et Lynn Bouvier d'avoir rédigé le rapport de situation sur le toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) au Canada, aux termes d'un marché conclu entre Pêches et Océans Canada et Environnement Canada. La supervision et la révision du rapport ont éte assurées par Gerald L. Mackie, coprésident du Sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : 819-953-3215
Téléc. : 819-994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
http://www.cosepac.gc.ca

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Lilliput *Toxolasma parvum* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :
Toxolasme nain —

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013.
N° de catalogue CW69-14/674-2013F-PDF
ISBN 978-0-660-21017-9

Papier recyclé

COSEPAC
Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – mai 2013

Nom commun
Toxolasme nain

Nom scientifique
Toxolasma parvum

Statut
En voie de disparition

Justification de la désignation
Cette espèce a une aire de répartition passablement restreinte au Canada, étant confinée aux affluents des lacs Sainte-Claire, Érié et Ontario. Les populations autrefois trouvées dans les eaux libres canadiennes du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de la rivière Détroit ont disparu. Dans l'ensemble, l'espèce a disparu de 40 % de son ancienne aire de répartition au Canada. L'invasion de l'habitat d'eau douce par les moules exotiques zébrée et quagga, couplée à la pollution provenant du développement urbain et de la sédimentation, sont la principale cause de la disparition des populations et de la réduction de l'aire de répartition.

Répartition
Ontario

Historique du statut
Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2013.

COSEPAC
Résumé

Toxolasme nain
Toxolasma parvum

Description et importance de l'espèce sauvage

Le toxoplasme nain est une petite moule d'eau douce qui atteint généralement 25 mm de longueur à l'âge adulte (longueur maximale de 50 mm). Sa coquille épaisse est de forme elliptique à ovalaire; la surface est mate, lisse, et semblable à une étoffe. Le toxolasme nain est le seul membre du genre *Toxolasma* présent au Canada.

Répartition

À l'échelle mondiale, l'espèce est restreinte au centre de l'Amérique du Nord, ou elle est largement répartie depuis le golfe du Mexique jusqu'au bassin des Grands Lacs. Au Canada, on ne rencontre l'espèce que dans le sud de l'Ontario, où on sait qu'elle est présente dans les bassins hydrographiques des lacs Sainte-Claire, Érié et Ontario. La répartition actuelle de l'espèce se limite à la rivière Sydenham, au cours inférieur de la rivière Thames (ruisseau Baptiste), à la rivière Ruscom, à la Belle Rivière, à la rivière Grand, à la rivière Welland, au ruisseau Twenty Mile (havre Jordan) et au havre Hamilton (anse Sunfish).

Habitat

Le toxolasme nain est présent dans divers milieux, notamment dans les rivières étroites à larges, dans les milieux humides, des les zones lacustres peu profondes, dans les étangs et dans les réservoirs. Il est commun sur les substrats meubles de vase, de sable et de limon.

Biologie

Le toxolasme nain a une courte espérance de vie (12 ans maximum). Il s'agit d'une espèce benthique fouisseuse qui se nourrit par filtration. L'espèce compte des individus mâles et des individus femelles, mais certains individus peuvent être hermaphrodites; elle ne présente pas un fort dimorphisme sexuel. Comme tous les Unionidés, les toxolasmes nains sont des parasites obligatoires sur des hôtes vertébrés pendant leur transition du stade larvaire au stade juvénile. Bien que les espèces hôtes n'aient pas été confirmées pour les populations canadiennes, il s'agirait du raseux-de-terre, du crapet vert et du crapet arlequin.

Taille et tendances des populations

On en sait peu sur la taille et les tendances des populations de toxolasmes nains. Il est impossible d'estimer l'effectif des populations, car l'espèce n'a jamais été observée lors des échantillonnages quantitatifs nécessaires pour produire des estimations significatives de la densité, ces méthodes n'étant pas efficaces dans les milieux que préfère l'espèce. Vu l'occurrence limitée de l'espèce dans les registres historiques (seulement neuf mentions dans quatre plans d'eau), il est également difficile d'évaluer les tendances des populations, à moins que celles-ci puissent être inférées à partir des tendances de l'indice de zone d'occupation (IZO).

Menaces et facteurs limitatifs

Les menaces graves qui pèsent sur les populations de toxolasmes nains comprennent la pollution (c.-à-d. les charges en sédiments, les contaminants et les substances toxiques), laquelle est principalement attribuable au développement urbain. Parmi les menaces d'impact moyen qui pèsent sur l'espèce, notons les corridors de transport de marchandises et de navigation (c.-à-d., routes maritimes, dragage), les espèces envahissantes (c.-à-d., moule zébrée, moule quagga, gobie à taches noires), les changements climatiques (p. ex. les changements de niveaux d'eau), le développement résidentiel et commercial (c.-à-d., travaux en eau vive) et les modifications apportées aux réseaux naturels (c.-à-d., barrages).

Protection, statuts et classements

La *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral constitue depuis longtemps le plus important texte de loi protégeant le toxolasme nain et son habitat au Canada. Toutefois, les récentes modifications apportées à la *Loi sur les pêches* ont grandement modifié le degré de protection de l'espèce, et il n'est pas clair pour le moment si la *Loi sur les pêches* continuera de protéger le toxolasme nain. La récolte de moules d'eau douce nécessite un permis délivré par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario aux termes de la *Loi de 1997 sur la protection du poisson et de la faune* de l'Ontario.

Les régions qui abritent des toxolasmes nains chevauchent les aires de répartition de plusieurs espèces de moules protégées par la *Loi sur les espèces en péril* du Canada et par la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* de l'Ontario. L'espèce bénéficie donc peut-être indirectement de la protection accordée à ces espèces ou des mesures mises en œuvre (p. ex., recherche, intendance et sensibilisation) dans le cadre des programmes de rétablissement.

Bien que l'espèce soit considérée « non en péril » à l'échelle mondiale (G5), elle est en déclin dans la majeure partie du bassin des Grands Lacs. Il la croit « possiblement disparue » (SH) dans l'État de New York, « gravement en péril » (S2) en Pennsylvanie, et « vulnérable » (S3) en Indiana et au Wisconsin. On la considère « apparemment non en péril » (S4) en Illinois, et « non en péril » (S5) en Ohio. Aucune cote n'a été attribuée à l'espèce au Michigan et au Minnesota.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Toxolasma parvum
Toxolasme nain — Lilliput
Répartition au Canada : Ontario

Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquer si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2008] est utilisée)	Environ 6 ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Inconnu
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans OU deux générations]	S.o
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations]. Les registres actuels commencent en 1997, car cette année marque le début d'activités de recherche continues plus intenses dans l'ensemble de l'aire de répartition du toxolasme nain.	Déclin d'au plus 40 % inféré d'après le déclin de l'IZO sur 3 générations (18 ans)
Pourcentage prévu ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	S.o
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Déclin de 40 % inféré d'après le déclin de l'IZO sur 3 générations (18 ans)
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé?	Les causes du déclin ne sont pas réversibles, elles sont comprises, mais elles n'ont pas cessé.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	10 221 km^2
Indice de zone d'occupation (IZO) [Fournissez toujours une valeur selon la grille à carrés de 2 km de côté; d'autres valeurs peuvent également être inscrites si elles sont clairement indiquées (p. ex., grille à carrés de 1 km de côté, zone d'occupation biologique)]	60 km^2
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de « localités »1 Affluents du lac Sainte-Claire (rivière Sydenham, rivière Thames, Belle Rivière et rivière Ruscom) Affluent du lac Érié (rivière Grand) Affluents du lac Ontario (rivière Welland, ruisseau Twenty Mile) Havre Hamilton (anse Sunfish) Si l'anse Sunfish est incluse avec le lac Ontario, on compte trois localités	3 à 4

1 Voir « Définitions et abréviations » sur le site Web du COSEPAC et IUCN 2010 (en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Oui, déclin continu inféré
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Oui, déclin continu inféré
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de populations?	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui, déclin inféré pour la qualité de l'habitat, compte tenu des menaces continues qui pèsent sur ce dernier
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non

Nombre d'individus matures (dans chaque population)

Population	Nombre d'individus matures
Rivière Sydenham	Inconnu
Rivière Thames	Inconnu
Rivière Ruscom	Inconnu
Belle Rivière	Inconnu
Rivière Grand	Inconnu
Rivière Welland	Inconnu
Havre Hamilton (anse Sunfish)	Inconnu
Ruisseau Twenty Mile (havre Jordan)	Inconnu
Total	Inconnu

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce de la nature est d'au moins [20 % sur 20 ans OU 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	S.o

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat)

Les menaces graves qui pèsent sur les populations de toxolasmes nains comprennent la pollution (c.-à-d., charges en sédiments, contaminants et substances toxiques), laquelle est principalement attribuable au développement urbain. Parmi les menaces d'impact moyen qui pèsent sur l'espèce, notons les corridors de transport de marchandises et de navigation (routes maritimes, dragage), les espèces envahissantes (moules de la famille des Dreissenidés, gobie à taches noires), les changements climatiques (changements de niveaux d'eau), le développement résidentiel et commercial (travaux en eau vive) et les modifications des réseaux naturels (barrages).

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur? Bien que l'espèce soit considérée « non en péril » à l'échelle mondiale (G5), elle est en déclin dans la majeure partie du bassin des Grands Lacs. Il la croit « possiblement disparue » (SH) dans l'État de New York, « gravement en péril » (S2) en Pennsylvanie, et « vulnérable » (S3) en Indiana et au Wisconsin. On la considère « apparemment non en péril » (S4) en Illinois, et « non en péril » (S5) en Ohio. Aucune cote n'a été attribuée à l'espèce au Minnesota. Elle est considérée comme « menacée d'extinction » au Michigan.	
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Inconnu, possible, mais peu probable

Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probable
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probable
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Non

Historique du statut

COSEPAC : Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2013.

Statut et justification de la désignation

Statut	**Code alphanumérique**
Espèce en voie de disparition	B2ab(iii)
Justification de la désignation Cette espèce a une aire de répartition passablement restreinte au Canada, étant confinée aux affluents des lacs Sainte-Claire, Érié et Ontario. Les populations autrefois trouvées dans les eaux libres canadiennes du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de la rivière Détroit ont disparu. Dans l'ensemble, l'espèce a disparu de 40 % de son ancienne aire de répartition au Canada. L'invasion de l'habitat d'eau douce par les moules exotiques zébrée et quagga, couplée à la pollution provenant du développement urbain et de la sédimentation, sont la principale cause de la disparition des populations et de la réduction de l'aire de répartition.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée », A2(c), car l'IZO a connu un déclin de 40 %. Les causes du déclin ne sont pas réversibles, elles ne sont pas comprises, et n'ont pas cessé.
Critère B (petite aire de répartition et déclin ou fluctuation) : Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée », B1, car la superficie de la zone d'occurrence (10 221 km^2) est inférieure au seuil établi. Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée », B2ab(iii), car 1) l'IZO (56 km^2) est inférieur au seuil établi de 500 km^2, 2) il existe moins de 5 localités, et 3) un déclin continu de la qualité de l'habitat est inféré en raison des menaces continues.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : S.o., car la taille de la population est inconnue.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée », D2, car il existe moins de 5 localités, et l'espèce est vulnérable aux phénomènes stochastiques et aux effets des activités humaines, qui peuvent rapidement modifier l'habitat dont elle a besoin, de même la superficie de sa zone d'occupation.
Critère E (analyse quantitative) : Non réalisée.

HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsable des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

DÉFINITIONS
(2013)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'une autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.

Environnement Canada | Environment Canada
Service canadien de la faune | Canadian Wildlife Service
Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Toxolasme nain

Toxolasma parvum

au Canada

2013

TABLE DES MATIÈRES

WILDLIFE SPECIES DESCRIPTION AND SIGNIFICANCE 4
Nom et classification 4
Description morphologique 4
Structure spatiale et variabilité de la population 5
Unités désignables 6
Importance de l'espèce 6
RÉPARTITION 6
Aire de répartition mondiale 6
Aire de répartition canadienne 7
Zone d'occurrence et indice de zone d'occupation 11
Activités de recherche 16
HABITAT 24
Besoins en matière d'habitat 24
Tendances en matière d'habitat 24
BIOLOGIE 29
Cycle vital et reproduction 29
Physiologie et adaptabilité 31
Déplacements et dispersion 32
Relations interspécifiques 32
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS 33
Activités et méthodes d'échantillonnage 33
Abondance 34
Fluctuations et tendances 36
Immigration de source externe 37
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS 37
Menaces très graves à graves 39
Menaces d'impact moyen 42
Menaces de faible impact 45
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS 48
Statuts et protection juridiques 48
Statuts et classements non juridiques 49
Protection et propriété de l'habitat 49
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS 50
SOURCES D'INFORMATION 51
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT 65
COLLECTIONS EXAMINÉES 66

Liste des figures

Figure 1. Toxolasmes nains (*Toxolasma parvum*) vivants prélevés dans le cours inférieur de la rivière Grand. Photo : Pêches et Océans Canada. 5
Figure 2. Aire de répartition mondiale du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*). 7

Figure 3. Aires de répartition passée (1943-1996) et actuelle (1997-2012) du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) au Canada. Mentions obtenues de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs (2012). Il est à noter que les vieilles coquilles prélevées durant la période « actuelle » sont indiquées sur la carte en tant que prélèvements « historiques » à moins que leur prélèvement ne chevauche les prélèvements d'animaux vivants ou de coquilles fraîches, car les vieilles coquilles n'indiquent pas la présence récente d'animaux vivants. 8

Figure 4. Zone d'occurrence du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien. 12

Figure 5. Zone d'occurrence actuelle (2011) du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien. 13

Figure 6. Indice de zone d'occupation (IZO) du toxolasme nain (grille à carrés de 2 km de côté) d'après toutes les mentions faites sur le territoire canadien. 14

Figure 7. Indice de zone d'occupation actuel (2011) du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien. 15

Figure 8. Sites d'échantillonnage récents (1997-2012) de moules dans l'aire de répartition canadienne du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*). Mentions obtenues de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs (2011). Les méthodes employées dans ces sites offrent une forte probabilité de déceler des toxolasmes nains, s'il y en a. 17

Figure 9. Distribution des tailles du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) dans la rivière Grand en 2011 (n = 13; Morris, données inédites). 35

Liste des tableaux

Tableau 1. Résumé des activités d'échantillonnage actuelles (1997-2011) de moules dans l'aire de répartition du toxolasme nain. L'abréviation « HP » renvoie au nombre d'heures-personnes consacrées aux relevés. L'expression « raccooning » (en anglais) fait référence à une méthode d'excavation du substrat à l'aide des mains. L'acronyme « LEP » fait référence à la *Loi sur les espèces en péril*..... 18

Tableau 2. Description des menaces et de leur impact sur les populations de toxolasmes nains (*Toxolasma parvum*) – évalués d'après le calculateur des menaces. Les menaces ont été placées par ordre de gravité (de la plus élevée à la plus faible)..... 37

Tableau 3. Cotes de conservation infranationales du toxolasme nain en Amérique du Nord. Toutes les données sont tirées de NatureServe (2011). 49

WILDLIFE SPECIES DESCRIPTION AND SIGNIFICANCE

Nom et classification

Nom scientifique : *Toxolasma parvum* (Barnes, 1823)

Nom commun français : Toxolasme nain

Nom commun anglais : Lilliput

L'autorité reconnue en matière de classification des mollusques aquatiques au Canada est l'ouvrage de Turgeon *et al.* (1998). La classification actuellement acceptée pour le toxolasme nain est la suivante :

Règne : Animaux

Embranchement : Mollusques

Classe : Bivalves

Sous-classe : Paléohétérodontes

Ordre : Unionoïdés

Superfamille : Unionacés

Famille : Unionidés

Sous-famille : Lampsilinés

Tribu : Lampsilini

Genre : *Toxolasma*

Espèce : *Toxolasma parvum*

Description morphologique

La description suivante est modifiée d'après Clarke (1981), Metcalfe-Smith *et al.* (2005a) et Watters *et al.* (2009). Le toxolasme nain (figure 1) est une petite moule d'eau douce qui atteint généralement 25 mm de longueur à l'âge adulte (longueur maximale de 50 mm). Sa coquille épaisse est de forme elliptique à ovalaire, et le périostracum est mat, sans sculpture, et semblable à une étoffe. L'extrémité antérieure est arrondie, et l'extrémité postérieure est soit arrondie (mâles), soit carrée (femelles), mais la différence est subtile. Les sommets dépassent un peu la charnière, et la sculpture est composée de quatre à six crêtes concentriques prononcées. Chez les

juvéniles, la coquille est mince, pointue à l'arrière, comprimée, et la sculpture du sommet est plus grossière (Utterback, 1916). La coquille est généralement brune à noir brunâtre (en particulier chez les individus âgés), ou verte. Des rayons verts sont parfois présents et, lorsque c'est le cas, on les observe principalement sur la pente postérieure. Les dents de la charnière sont complètement développées, mais comprimées. Les dents pseudocardinales (deux dans la valve gauche, une dans la valve droite) sont minces et striées, et les dents latérales (deux dans la valve gauche, une dans la valve droite) sont longues, minces et droites. Les espèces similaires comprennent la villeuse haricot (*Villosa fabalis*) et la mulette du necture [appelée « mulette du *Necturus* » dans le programme de rétablissement du MPO] (*Simpsonaias ambigua*). La villeuse haricot se distingue par ses rayons proéminents et sa charnière épaisse. La coquille de la mulette du necture est plus mince, et de forme plus allongée.

Figure 1. Toxolasmes nains (*Toxolasma parvum*) vivants prélevés dans le cours inférieur de la rivière Grand. Photo : Pêches et Océans Canada.

Structure spatiale et variabilité de la population

Il n'existe aucune information sur la structure génétique des populations canadiennes de toxolasmes nains. Toutefois, les populations qui subsistent (voir **Aire de répartition canadienne**) sont isolées les unes des autres par des distances de 50 à 250 km, et Zanatta *et al.* (2007) ont montré que l'isolement génétique des populations canadiennes de moules d'eau douce est possible à ces échelles spatiales.

Unités désignables

Toutes les populations canadiennes se trouvent dans la zone biogéographique nationale d'eau douce des Grands Lacs et du Haut-Saint-Laurent. Il n'existe aucune distinction connue entre les populations qui justifierait d'envisager une désignation inférieure à l'espèce.

Importance de l'espèce

Les moules d'eau douce jouent en général un rôle de premier plan dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Les Unionidés sont responsables de nombreux processus dans la colonne d'eau (alimentation par filtration en fonction de la taille; sélection du phytoplancton en fonction de l'espèce; cycle des nutriments; régulation de la concentration de phosphore) et dans les sédiments (consommation des dépôts faisant diminuer la quantité de matière organique dans les sédiments; dépôt biologique des matières fécales et pseudofécales). Les invertébrés et les algues colonisent aussi les coquilles, et on a observé que la densité des invertébrés benthiques est corrélée avec la densité des moules (Welker et Walz, 1998; Vaughn et Hakenkamp, 2001; Newton *et al.*, 2011). Neves et Odom (1989) ont signalé que les moules jouent aussi un rôle dans le transfert de l'énergie vers le milieu terrestre par l'intermédiaire de la prédation par le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) et le raton laveur (*Procyon lotor*). Toutefois, comme le toxolasme nain a toujours été une composante mineure de la communauté de moules d'eau douce au Canada, sa contribution relative aux processus susmentionnés est probablement minime. L'espèce est le seul membre du genre *Toxolasma* qui vit au Canada.

Aucune connaissance autochtone ou traditionnelle n'existe pour le *Toxolasma parvum* (Sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones, 2012).

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

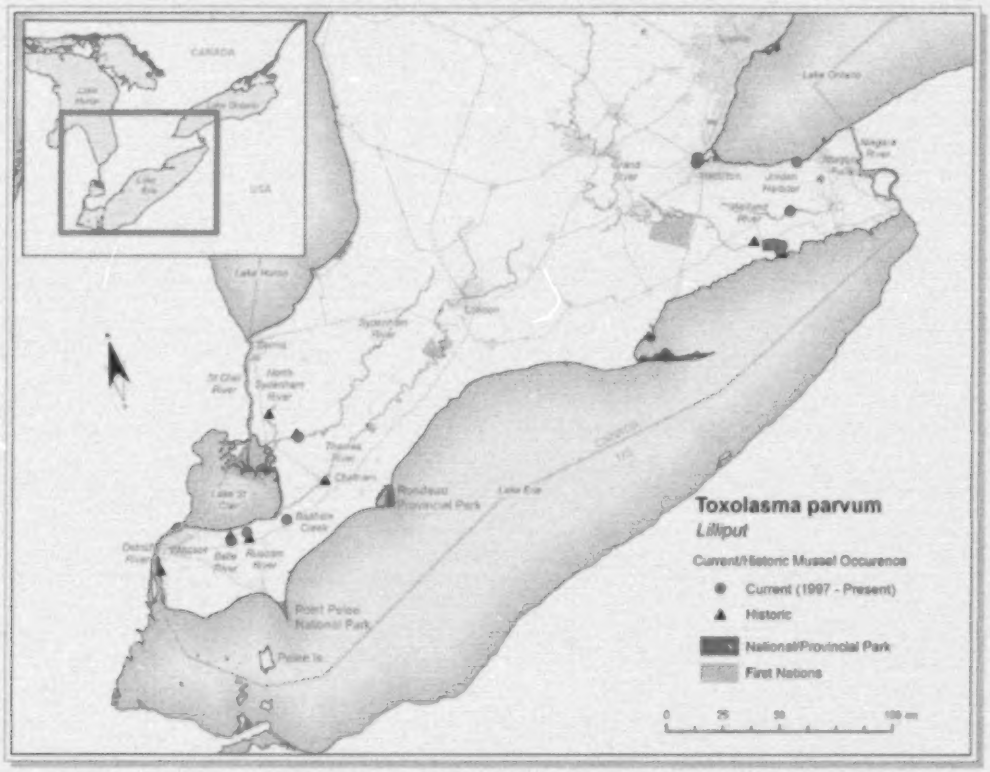
L'aire de répartition mondiale (figure 2) du toxolasme nain se limite au centre de l'Amérique du Nord, où l'espèce est largement répartie, et est présente dans 22 États des États-Unis (Alabama, Arkansas, Floride, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Louisiane, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Dakota du Sud, Tennessee, Texas, Virginie-Occidentale, Wisconsin) (NatureServe, 2011). On croit que le toxolasme nain est disparu de la Géorgie et de l'État de New York. L'espèce est présente dans le bassin du fleuve Mississippi, y compris dans ses bassins versants situés à l'ouest, et dans les rivières Ohio, Cumberland et Tennessee. (Watters *et al.*, 2009). Au Canada, sa répartition se limite au sud-ouest de l'Ontario. Moins de 5 % de l'aire de répartition mondiale du toxolasme nain se trouve au Canada.

Figure 2. Aire de répartition mondiale du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*).

Aire de répartition canadienne

Au Canada, le toxolasme nain était autrefois présent (de 1943 à 1996) dans les bassins du lac Sainte-Claire (plus précisément dans les rivières Sydenham, Thames et Détroit) et du lac Érié (c.-à-d. dans la rivière Grand) (Metcalfe-Smith et Cudmore-Vokey, 2004; base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011; figure 3). Depuis 1997, des individus vivants ont été observés dans les rivières Sydenham, Thames, Ruscom, Grand, Welland et Belle, et dans le lac Ontario (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). L'aire de répartition de l'espèce est plutôt restreinte, car il n'existe aucune mention du toxolasme nain dans les autres provinces ou territoires du Canada (Metcalfe-Smith et Cudmore-Vokey, 2004). Le toxolasme nain a toujours été une espèce rare dans les registres fauniques du Canada. Il existe 35 mentions de l'espèce dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, lesquelles remontent à 1943, année où l'espèce a été observée pour la première fois dans la rivière Grand par

F.R. Latchford (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Le premier prélèvement d'un spécimen vivant au Canada n'a pas été documenté avant 1991, lorsque A.H. Clarke a prélevé un individu dans la rivière Sydenham (Clarke, 1992).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Lake Huron = Lac Huron
Lake Ontario = Lac Ontario
Lake Erie = Lac Érié
Grand River = Rivière Grand
Niagara Falls = Chutes Niagara
Niagara River = Rivière Niagara
St. Clair River = Rivière Sainte-Claire
Sydenham River = Rivière Sydenham
Thames River = Rivière Thames
Lake St. Clair = Lac Sainte-Claire
Detroit River = Rivière Detroit
Rondeau Provincial Park = Parc provincial Rondeau
Point Pelee National Park =
Parc national du Canada de la Pointe-Pelée

Pelee Is. = Île Pelée
US = É.-U.
Lilliput = Toxolasme nain
Current/Historic Mussel Occurrence = Occurrence actuelle/passée
Current (1997 – present) = Actuelle (1997 – présent)
National/Provincial Park = Parc national/provincial
First Nations = Premières Nations
Belle River = Belle Rivière
Ruscom River = Rivière Ruscom
Baptiste Creek = Ruisseau Baptiste
North Sydenham River = Rivière Sydenham Nord
Welland River = Rivière Welland
Jordan Harbour = Havre Jordan

Figure 3. Aires de répartition passée (1943-1996) et actuelle (1997-2012) du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) au Canada. Mentions obtenues de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs (2012). Il est à noter que les vieilles coquilles prélevées durant la période « actuelle » sont indiquées sur la carte en tant que prélèvements « historiques » à moins que leur prélèvement ne chevauche les prélèvements d'animaux vivants ou de coquilles fraîches, car les vieilles coquilles n'indiquent pas la présence récente d'animaux vivants.

Les Unionidés dépendent d'un hôte, généralement d'un poisson, pour compléter leur cycle vital complexe. Bien que les hôtes n'aient pas été identifiés pour les populations canadiennes de toxolasmes nains, six poissons ont été identifiés comme hôtes aux États-Unis : 1) le raseux-de-terre (*Etheostoma nigrum*), 2) le crapet vert (*Lepomis cyanellus*), 3) la marigane blanche (*Pomoxis annularis*), 4) le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), 5) le crapet sac-à-lait (*Lepomis gulosus*), et 6) le crapet menu (*Lepomis humilis*; Watters *et al.*, 2009). On trouve toutes ces espèces en Ontario, et les aires de répartition des quatre premières espèces énumérées ci-dessus se chevauchent (Holm *et al.*, 2009) et chevauchent celle du toxolasme nain (voir Cycle vital et reproduction pour de plus amples détails).

La présentation qui suit passe en revue la répartition historique (de 1934 à 1996) et actuelle (de 1997 à 2011) de l'espèce dans l'ensemble du bassin des Grands Lacs, en commençant par le bassin versant du lac Sainte-Claire, puis en allant vers l'aval, dans le bassin des Grands Lacs.

Le premier toxolasme nain a été trouvé dans la rivière Sydenham Nord en 1967 par H.D. Athearn (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). L'espèce a ensuite observée vivante en 1991, dans la rivière Sydenham Est, par Clarke (1992), puis en 2011, près de Tupperville (un site, sept individus vivants) (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Il existe une mention historique de l'espèce dans la rivière Thames (ruisseau McGregor), près de Chatham, faite par H.D. Athearn en 1963. Un individu vivant a été observé en 2010 dans un autre affluent, près de Tilbury (ruisseau Baptiste), lors de relevés réalisés par Pêches et Océans Canada (MPO) (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Le toxolasme nain a été observé pour la première fois dans la Belle Rivière (vieille coquille) lors de relevés réalisés en 1999 par D. Zanatta, de l'Université de Guelph (University of Guelph) (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Des spécimens vivants (un site, deux individus vivants) ont ensuite été trouvés par le MPO en 2010 (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Des individus vivants et des coquilles ont aussi été trouvés à proximité, dans la rivière Ruscom, lors de relevés réalisés en 2010 par le MPO (deux sites, trois individus vivants) (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Le premier spécimen (on ignore s'il s'agissait d'un individu vivant ou d'une coquille) signalé du côté canadien de la rivière Détroit a été observé en 1943 par F.R. Latchford (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Aucun autre individu n'a été signalé dans la rivière Détroit, malgré les relevés réalisés par Schloesser *et al.* (1998), qui ont échantillonné 13 sites dans la rivière (au moins 6 d'entre eux du côté canadien de la rivière) en 1982 et 1983, puis de nouveau en 1992 (plus 4 sites additionnels), et en 1998 (Schloesser *et al.*, 2006).

Le toxolasme nain a été observé pour la première fois dans le lac Érié par Walker (1913). Il a ensuite été observé par La Rocque et Oughton (1937), qui ont confirmé que les spécimens du Musée national du Canada et du Musée royal de l'Ontario étaient des spécimens de toxolasmes nains. Malheureusement, aucun renseignement n'était disponible sur les endroits précis où ont été prélevés ces spécimens (c.-à-d. du côté canadien ou du côté états-unien de la rivière). Par conséquent, on ne peut pas inclure ces mentions à la figure 3. Il n'existe aucune mention de toxolasmes nains dans le lac Érié dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, bien que des individus vivants aient été observés dans la partie ouest du bassin du lac Érié (aux États-Unis) lors de relevés récents réalisés par Crail *et al.* (2011) (Zanatta comm pers., 2011), qui ont observé des individus dans 3 des 12 sites, mais en très faibles densités (< 0,09/m^2). La plupart des moules indigènes ont été éradiquées du lac Érié par les moules zébrée et quagga. Le dernier relevé dans l'ensemble du bassin pour déterminer la densité des Dreissenidés dans le lac Érié a été réalisé en 2002 (Nalepa *et al.*, 2011). L'abondance moyenne calculée en 2002 avait peu changé depuis 1992 (2 025 m^{-2} en 2002, par rapport à 2 636 m^{-2} en 1992), mais la biomasse moyenne était 4 fois plus élevée (24,7 g∃m^{-2} en 2002, par rapport à 6,8 g∃m^{-2} en 1992). La majeure partie de la biomasse de Dreissenidés (90 %) se trouvait dans la portion est du bassin. Les populations du centre du bassin sont limitées par les épisodes saisonniers d'hypoxie, et les populations de l'ouest du bassin sont limitées par la piètre qualité de la nourriture (cyanobactéries, particules inorganiques). Des relevés récents (de 2005 à 2010) réalisés dans l'ouest du bassin indiquent que les populations de Dreissenidés ont fluctué d'année en année sans révéler de tendance claire, et que les moules quaggas ont remplacé les moules zébrées en tant qu'espèce dominante (Nalepa *et al.*, 2011).

Le toxolasme nain a été observé pour la première fois dans la rivière Grand, à la hauteur de Byng, près de Dunnville, quelque part entre 1934 et 1946 (Robertson et Blakeslee, 1948). On ignore si le ou les spécimens étaient vivants ou s'il s'agissait de coquilles, et où ce prélèvement a eu lieu. Par conséquent, cette mention n'est pas incluse à la figure 3. Des coquilles additionnelles ont été trouvées en 1963 par Stansbery, en 1966 par Oughton, et en 1971 par Kidd (1973) (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Les premiers spécimens vivants n'ont pas été observés avant 1997-1998 par Metcalfe-Smith *et al.* (2000b). D'autres relevés effectués dans la rivière Grand ont permis d'observer 13 spécimens vivants dans 5 sites additionnels en 2010 et 2011 (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

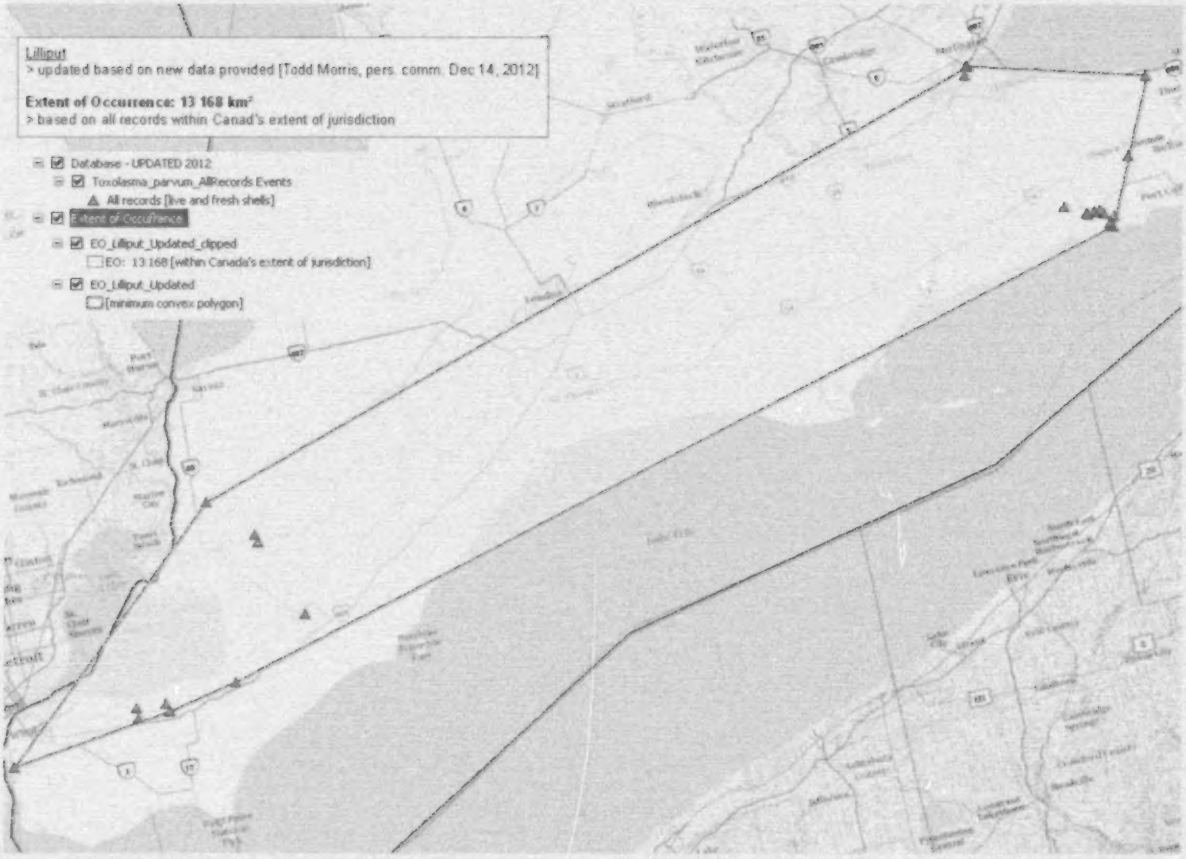
Un individu vivant a été observé dans la rivière Welland, en 2008, lors de relevés réalisés par le MPO (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Huit toxolasmes nains vivants ont été prélevés dans le ruisseau Twenty Mile (havre Jordan), dans le bassin versant du lac Ontario, durant un échantillonnage ciblé réalisé en août 2012. Aucune donnée historique n'existe pour ce bassin versant.

Depuis 2006, des coquilles de toxolasmes nains ont été prélevées de façon périodique dans plusieurs sites du havre Hamilton, dans le bassin du lac Ontario. Des relevés visant précisément l'espèce réalisés en 2011 ont confirmé l'existence d'une population dans l'un de ces sites (anse Sunfish) (un site, deux individus vivants) (Smith et Morris, en révision). Il s'agit de la première mention de l'espèce dans le lac Ontario (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Zone d'occurrence et indice de zone d'occupation

La superficie de la zone d'occurrence a été estimée à l'aide de la méthode du plus petit polygone convexe. La zone d'occurrence historique maximale de l'espèce a été estimée à 13 168 km^2 (figure 4), et la zone d'occurrence actuelle a été estimée à 10 221 km^2 (figure 5), ce qui correspond à une diminution de 22 %. La superficie maximale de l'indice de zone d'occupation (IZO) a été estimée à l'aide d'une grille à carrés de 2 km de côté. L'IZO maximal historique a été estimé à 100 km^2 (figure 6), alors que l'IZO actuel a été estimé à 60 km^2 (figure 7), ce qui représente un déclin de 40 %.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Lilliput = Toxolasme nain

updated based on new data provided (Todd Morris, pers. comm. Dec 14, 2012) = mise à jour d'après de nouvelles données fournies (Todd Morris, comm. pers., 14 déc. 2012)

Extent of Occurrence : 13 168 km^2 = Zone d'occurrence : 13 168 km^2

based on all records within Canada's extent of jurisdiction = d'après toutes les mentions sur le territoire canadien

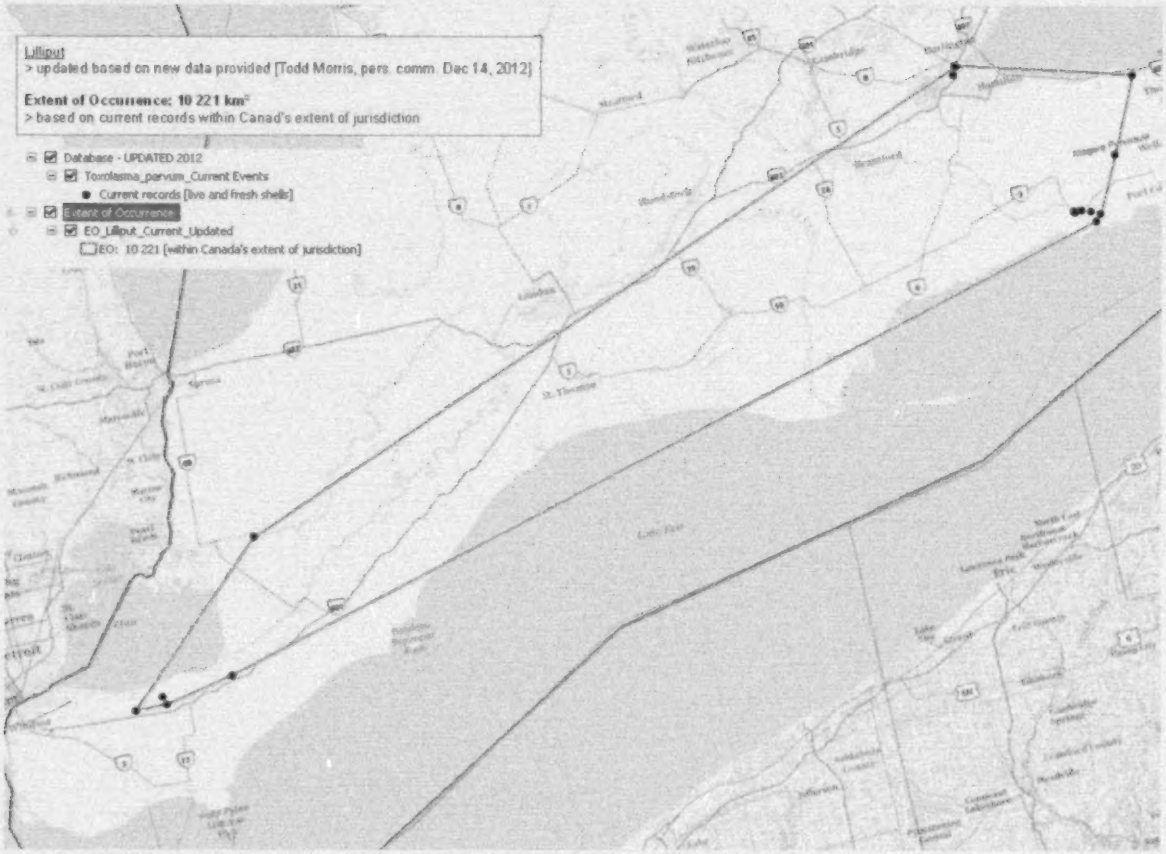
Database – UPDATED 2012 = Base de données – MISE À JOUR 2012

All records (live and fresh shells) = Toutes les mentions (individus vivants et coquilles fraîches)

Within Canada's extent of jurisdiction = Sur le territoire canadien

Minimum convex polygon = Plus petit polygone convexe

Figure 4. Zone d'occurrence du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Lilliput = Toxolasme nain

updated based on new data provided (Todd Morris, pers. comm. Dec 14, 2012) = mise à jour d'après de nouvelles données fournies (Todd Morris, comm. pers., 14 déc. 2012)

Extent of Occurrence : 10 221 km^2 = Zone d'occurrence : 10 221 km^2

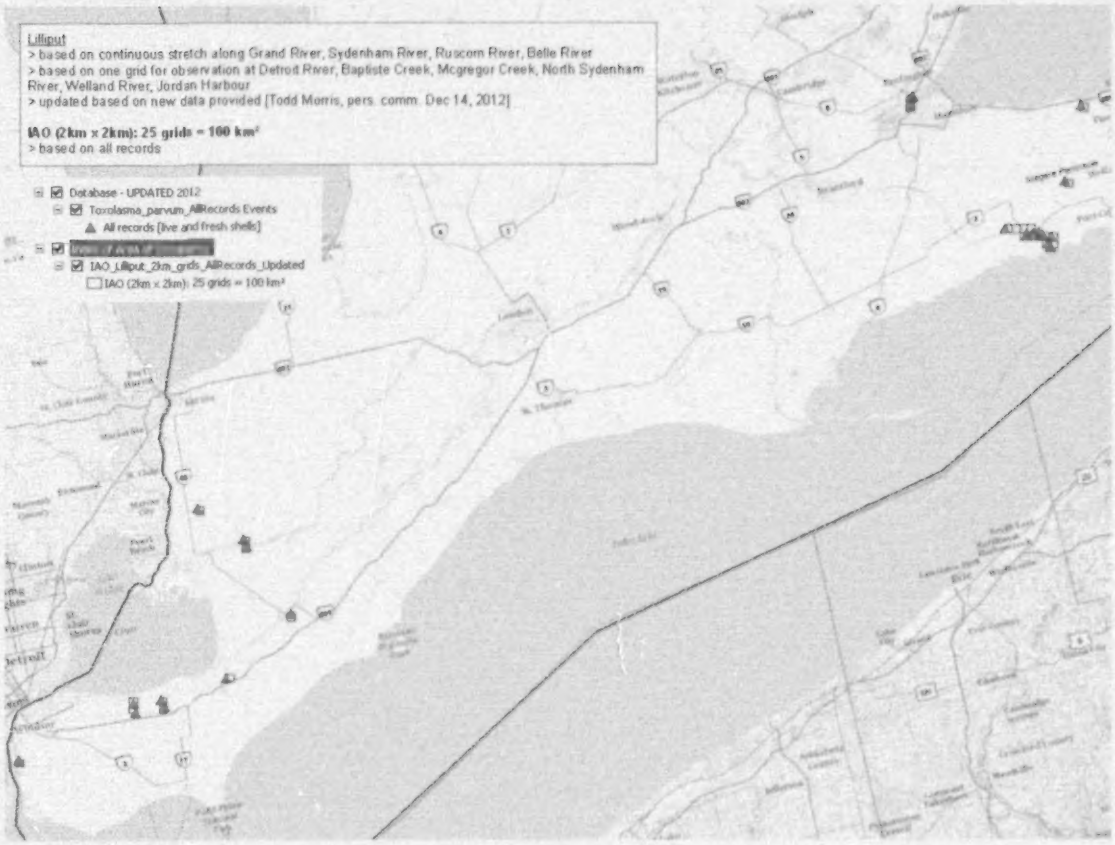
based on all records within Canada's extent of jurisdiction = d'après toutes les mentions sur le territoire canadien

Database – UPDATED 2012 = Base de données – MISE À JOUR 2012

Current records (live and fresh shells) = Mentions actuelles (individus vivants et coquilles fraîches)

Within Canada's extent of jurisdiction = Sur le territoire canadien

Figure 5. Zone d'occurrence actuelle (2011) du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Lilliput = Toxolasme nain

based on continuous strech along Grand River, Sydenham River, Ruscom River, Belle River = d'après un tronçon continu le long des rivières Grand, Sydenham, Ruscom et Belle

based one grid for observation at Detroit River, Baptiste Creek, Mcgregor Creek, North Sydenham River, Welland River, Jordan Harbour = d'après une grille d'observation dans la rivière Détroit, le ruisseau Baptiste, le ruisseau Mcgregor, la rivière Sydenham Nord, la rivière Welland et le havre Jordan

updated based on new data provided (Todd Morris, pers. comm. Dec 14, 2012) = mise à jour d'après de nouvelles données fournies (Todd Morris, comm. pers., 14 déc. 2012)

IAO (2 km x 2 km) : 25 grids = 100 km^2 = IZO (grille à carrés de 2 km de côté) : 25 carrés = 100 km^2

based on all records = d'après toutes les mentions

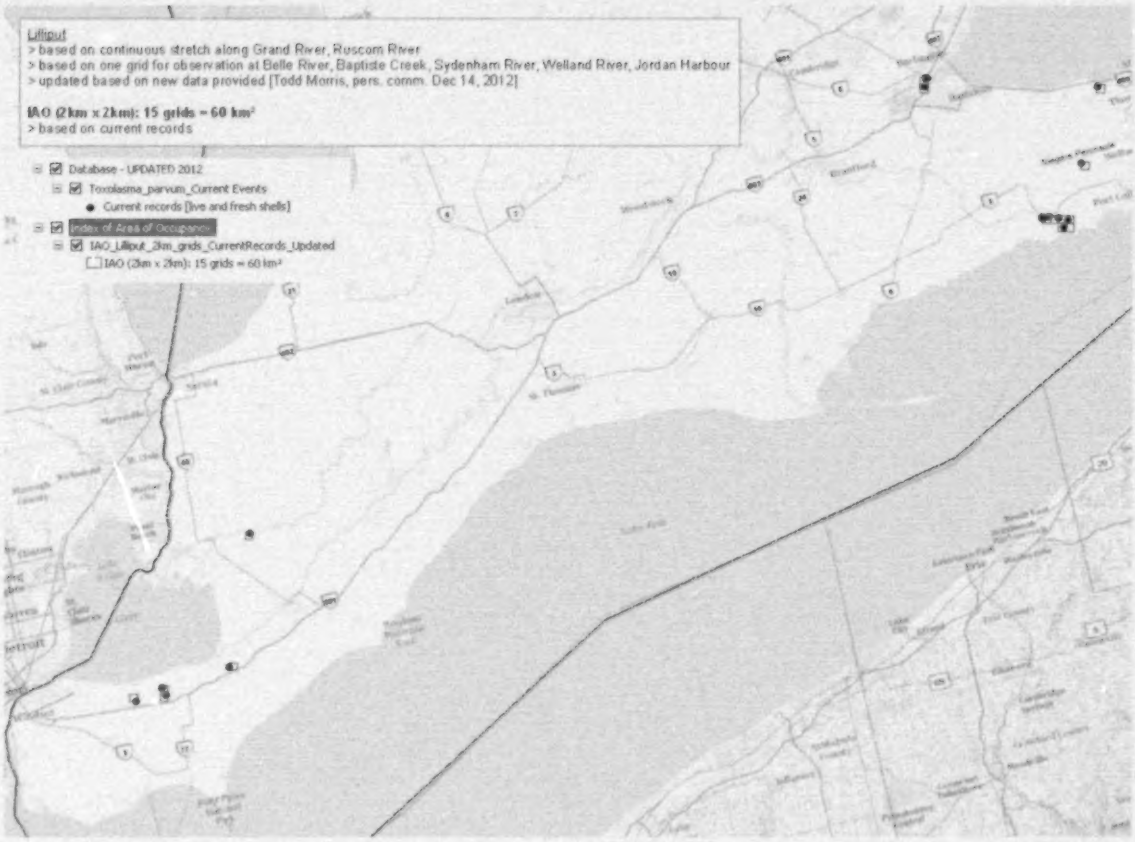
Database – UPDATED 2012 = Base de données – MISE À JOUR 2012

All records (live and fresh shells) = Toutes les mentions (individus vivants et coquilles fraîches)

Within Canada's extent of jurisdiction = Sur le territoire canadien

Index of Area of Occupancy = Indice de zone d'occupation

Figure 6. Indice de zone d'occupation (IZO) du toxolasme nain (grille à carrés de 2 km de côté) d'après toutes les mentions faites sur le territoire canadien.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Lilliput = Toxolasme nain

based on continuous strech along Grand River, Ruscom River = d'après un tronçon continu le long des rivières Grand et Ruscom

based one grid for observation at Belle River, Baptiste Creek, Sydenham River, Welland River, Jordan Harbour = d'après une grille d'observation dans la Belle Rivière, le ruisseau Baptiste, la rivière Sydenham, la rivière Welland et le havre Jordan

updated based on new data provided (Todd Morris, pers. comm. Dec 14, 2012) = mise à jour d'après de nouvelles données fournies (Todd Morris, comm. pers., 14 déc. 2012)

IAO (2 km x 2 km) : 15 grids = 60 km^2 = IZO (grille à carrés de 2 km de côté) : 15 carrés = 60 km^2

based on current records = d'après les mentions actuelles

Database – UPDATED 2012 = Base de données – MISE À JOUR 2012

Current records (live and fresh shells) = Mentions actuelles (individus vivants et coquilles fraîches)

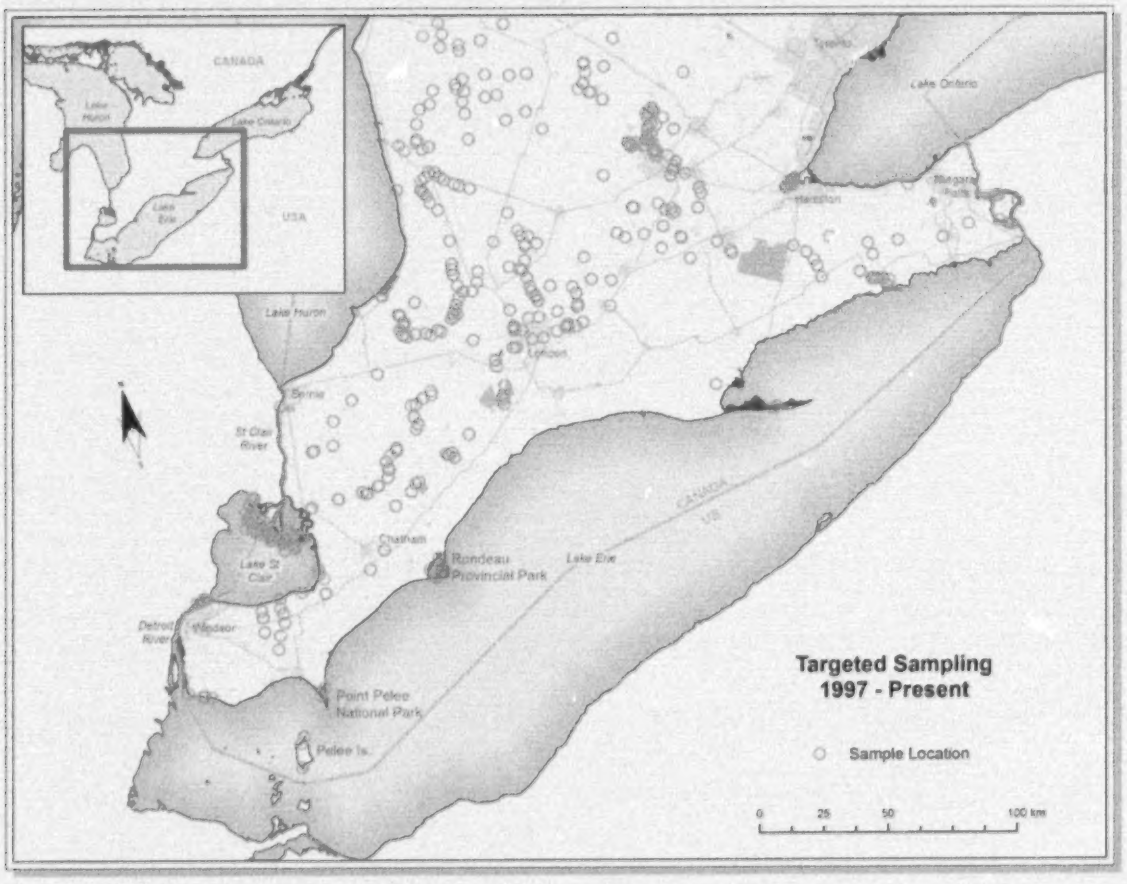
Index of Area of Occupancy = Indice de zone d'occupation

Figure 7. Indice de zone d'occupation actuel (2011) du toxolasme nain d'après toutes les mentions faires sur le territoire canadien.

Activités de recherche

D'après les données de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, le toxolasme nain était historiquement présent dans les rivières Grand, Détroit, Thames et Sydenham. La répartition s'appuie sur neuf mentions (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Aucune information n'était disponible concernant la méthode de prélèvement ou les activités de recherche concernant ces mentions, car toutes les mentions (sauf une) reposent sur des spécimens de musée.

La répartition actuelle de l'espèce (de 1997 à 2011), telle qu'illustrée à la figure 3, s'appuie sur 27 mentions (12 mentions d'individus vivants) signalant 39 animaux vivants. Les registres actuels commencent en 1997, car cette année marque le début d'activités de recherche continues plus intenses dans l'ensemble de l'aire de répartition du toxolasme nain. On signale que l'espèce vit actuellement dans les rivières Sydenham, Thames, Ruscom et Belle, dans le bassin versant du lac Sainte-Claire, dans les rivières Grand et Welland, dans le bassin versant du lac Érié, et dans le lac Ontario (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Durant la période actuelle, des relevés ciblés intensifs ont été réalisés dans plus de 280 sites répartis dans 6 réseaux hydrographiques (lacs Érié et Sainte-Claire; rivières Thames, Sydenham, Grand et Détroit; figure 8). Le tableau 1 résume les méthodes d'échantillonnage actuelles et les efforts de pêche employés dans le cadre de ces relevés. Il est à noter que les différentes techniques d'échantillonnage fournissent différents types de renseignements. Les méthodes semi-quantitatives (relevés minutés à gué, en plongée avec tuba ou en plongée autonome) fournissent des données sur la présence ou l'absence de l'espèce et sur son abondance relative. Les méthodes quantitatives, c'est-à-dire les méthodes d'échantillonnage dans une zone définie de la surface du substrat utilisant des quadrats, des poignées, des parcelles circulaires ou des transects, fournissent des données additionnelles sur la densité des moules. Il s'agit de techniques longues à exécuter qui permettent de déceler à la fois les moules adultes qui se trouvent dans les sédiments de surface et les juvéniles, qui tendent à s'enfouir profondément dans le substrat. Ces dernières méthodes peuvent donc fournir des données additionnelles sur le recrutement.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :
Lake Huron = Lac Huron
Lake Ontario = Lac Ontario
Lake Erie = Lac Érié
Niagara Falls = Chutes Niagara
Niagara River = Rivière Niagara
St. Clair River = Rivière Sainte-Claire
Lake St. Clair = Lac Sainte-Claire
Detroit River = Rivière Détroit
Rondeau Provincial Park = Parc provincial Rondeau
Point Pelee National Park = Parc national de la Pointe-Pelée
Pelee Is. = Île Pelée
US = É.-U.
Targeted Sampling1997- present = Échantillonnage ciblé 1997-présent
Sample Location = Site d'échantillonnage

Figure 8. Sites d'échantillonnage récents (1997-2012) de moules dans l'aire de répartition canadienne du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*). Mentions obtenues de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs (2011). Les méthodes employées dans ces sites offrent une forte probabilité de déceler des toxolasmes nains, s'il y en a.

Tableau 1. Résumé des activités d'échantillonnage actuelles (1997-2011) de moules dans l'aire de répartition du toxolasme nain. L'abréviation « HP » renvoie au nombre d'heures-personnes consacrées aux relevés. L'expression « raccooning » (en anglais) fait référence à une méthode d'excavation du substrat à l'aide des mains. L'acronyme « LEP » fait référence à la *Loi sur les espèces en péril*.

Plan d'eau	N^{bre} de sites d'occurrence d'individus vivants/n^{bre} total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
Lac Sainte-Claire	0/30	1998	10 transects à des profondeurs de 1, 2,5 et 4 m, 5 quadrats de 1 m^2, 20 échantillons prélevés avec une benne Ekman sur chaque transect		Zanatta *et al.* (2002)
	0/77	1999	Sites < 2,0 m de profondeur : 0,75 HP de plongée en apnée, plus 0,75 HP supplémentaire si des moules sont présentes; sites > 2,0 m de profondeur : 0,5 HP de plongée autonome	Comprend 10 localités échantillonnées en 1998	Zanatta *et al.* (2002)
	0/10	2000	1,5 HP de plongée en apnée, 10 quadrats de 1 m^2	Comprend les 10 sites les plus abondants échantillonnés en 1999	Zanatta *et al.* (2002)
	0/9	2001	5 à 21 parcelles circulaires de 65 m^2, plongée en apnée	Comprend 4 sites échantillonnés auparavant	Zanatta *et al.* (2002)
	0/18	2003	10 parcelles circulaires de 65 m^2, plongée en apnée	9 sites dans les eaux canadiennes du delta, 9 sites dans les eaux états-uniennes, comprend 9 sites échantillonnés en 2001	Metcalfe-Smith *et al.* (2004)
	0/10	2003	0,5 HP de plongée en apnée	2 sites dans les eaux canadiennes du delta, 8 sites dans les eaux états-uniennes	Metcalfe-Smith *et al.* (2004)
	0/4	2005	3 à 4 HP de plongée en apnée		Metcalfe-Smith *et al.* (2005b)
	0/2	2006	~ 9 HP de plongée en apnée	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005 (Metcalfe-Smith *et al.*, 2005b)	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/8	2011	10 parcelles circulaires de 65 m^2, plongée en apnée dans tous les sites; 0,5 hectare de parcelles circulaires, plongée en apnée dans 3 sites	Comprend 8 sites échantillonnés par Metcalfe-Smith *et al.* en 2003.	Pêches et Océans Canada, données inédites
Lac Érié	0/6	2001	2 HP de plongée en apnée		D. Zanatta et D. Woolnough, données inédites
	0/17	2005	Relevé minuté (1,5 HP de plongée en apnée)		D. McGoldrick, données inédites

Plan d'eau	N^{bre} de sites d'occurrence d'individus vivants/n^{bre} total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
	0/1	2009	~ 4,5 HP de relevé minuté (boîtes d'observation, à gué)	Recherche de ligumies pointues (*Ligumia nasuta*) gravides	McNichols, comm. pers. (2010)
	3/17[4]	2011	20 à 60 minutes de recherche, 1 site = 4 quadrats de 100 m^2	Côté états-unien	Crail *et al.* (2011)
Lac Ontario	1/3	2011	Relevé sur 0,5 hectare	Jardins botaniques royaux	Pêches et Océans Canada, données inédites
Rivière Sydenham	0/17	1997-98	4,5 HP de relevé minuté (à gué)		Metcalfe-Smith *et al.* (2003); base de données sur les Unionidés des Grands Lacs (2011).
	0/15	1999-2003	60 à 80 quadrats de 1 m^2 (excavation)	Comprend 12 sites échantillonnés en 1997-1998	Metcalfe-Smith *et al.* (2007)
	0/11	2002	> 110 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, 10 sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/7	2003	~ 212 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/7	2004	~ 176 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/6	2005	120,5 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2005	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/4	2006	47,5 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2006	Excavation	Cours d'identification des moules en péril (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites

Plan d'eau	N^bre de sites d'occurrence d'individus vivants/n^bre total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
	0/4	2007	~ 20 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2007	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/4	2008	~ 41 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2008	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/3	2009	~ 35 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2009	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/2	2010	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/3	2010	~ 39 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2011	~ 61 HP de relevé minuté (excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2011	Excavation	Cours d'identification des moules (sur le terrain), tous les sites échantillonnés de 1999 à 2003	Pêches et Océans Canada, données inédites
	1/2	2011	4,5 HP de relevé minuté (à gué ou excavation)	Relevés ciblant le *T. parvum*	Pêches et Océans Canada

Plan d'eau	N^bre de sites d'occurrence d'individus vivants/n^bre total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
Rivière Thames	0/11	1997	4,5 HP de relevé minuté (à gué ou excavation)		Metcalfe-Smith *et al.* (1998)
	0/5	1998	4,5 HP de relevé minuté (à gué ou excavation)		Metcalfe-Smith *et al.* (1999)
	0/48	2004-2005	4,5 HP de relevé minuté (à gué)	27 sites dans le cours supérieur de la Thames, 10 sites dans le cours inférieur de la Thames	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/37	2004-2005	60 à 80 quadrats de 1 m^2	Sites dans Morris et Edwards (2007)	Morris et Edwards (2007)
	0/2	2006	720 quadrats de 1 m^2 (360 dans chaque site)	Medway Creek Relocation Project (Stantec)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/1	2006	~ 3 HP de relevé minuté (boîtes d'observation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2007	729 quadrats de 1 m^2 (561 quadrats dans 1 site et 168 quadrats dans l'autre site)	Medway Creek Relocation Project (Stantec)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/1	2008	1 parcelle de 444 m^2	Parcelle échantillonnée 14 fois de mai à octobre	Morris (données inédites), TM-10 de Morris et Edwards (2007)
	0/2	2008	16 HP de relevé minuté		Zanatta, données inédites; Woolnough et Morris, données inédites
	0/1	2008	3 HP de relevé minuté (boîtes d'observation ou excavation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/1	2009	Boîtes d'observation	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/6	2010	408 quadrats de 1 m^2	Sites auparavant échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/3	2010	1 830 quadrats de 1 m^2 (630, 750 et 450 dans chaque site respectivement)	Medway Creek Relocation Project (Stantec)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/1	2010	1 HP de relevé minuté (boîtes d'observation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril	McNichols, comm. pers. (2010)

Plan d'eau	N^bre de sites d'occurrence d'individus vivants/n^bre total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
	1/3	2010	4,5 HP de relevé minuté (à gué)	Ruisseau Baptiste	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/4	2011	32 HP de relevé minuté (excavation et boîtes d'observation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/1	2011	999 quadrats de 1 m^2	Thames River Relocation Project (comté de Middlesex)	Mackie, comm. pers. (2011)
Rivière Ruscom	2/6*	2010	2 HP	Relevé d'inventaire (mettant l'accent sur la mulette feuille d'érable [*Quadrula quadrula*])	Pêches et Océans Canada, données inédites
Belle Rivière	0/~10	1999	0,5 à 1 HP de relevé minuté (à gué)		Zanatta, données inédites; Zanatta (2000)
	1/3	2010	2,25 HP de relevé minuté (à gué)	Relevé d'inventaire (mettant l'accent sur la mulette feuille d'érable [Quadrula quadrula])	Pêches et Océans Canada, données inédites
Rivière Welland	1/8	2008	Relevé minuté		Pêches et Océans Canada, données inédites
Rivière Grand	1/17	1997	4,5 HP de relevé minuté (à gué)		Metcalfe-Smith *et al.* (1998)
	0/7	1998	4,5 HP de relevé minuté (à gué)		Metcalfe-Smith *et al.* (1999)
	0/2	2005	Boîtes d'observation (effort de pêche inconnu)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/2	2007	Boîtes d'observation (effort de pêche inconnu)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005	McNichols, comm. pers. (2010)
	4	2007	48 à 65 quadrats de 1 m^2 (excavation)	Tous les sites inclus dans Metcalfe-Smith *et al.* (2000)	Pêches et Océans Canada, données inédites
	0/2	2007	720 quadrats de 1 m^2 (360 dans chaque site)	Grand River relocation project (Thurber Engineering Ltd.)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/1	2008	825 quadrats de 1 m^2	Grand River relocation project (région de Waterloo)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/1	2008	Boîtes d'observation	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005	McNichols, comm. pers. (2010)

Plan d'eau	N^bre de sites d'occurrence d'individus vivants/n^bre total de sites recensés	Année	Activité	Remarques	Source
	0/1	2009	Boîtes d'observation	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/1	2009	1 200 quadrats de 1 m^2	Grand River relocation project (BOT construction)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/2	2010	171 quadrats de 1 m^2 (96 dans 1 site et 78 dans l'autre site)	Grand River relocation project (région de Waterloo)	Mackie, comm. pers. (2011)
	0/2	2010	8,5 HP de relevé minuté (boîtes d'observation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/3	2011	18 HP de relevé minuté (boîtes d'observation)	Recherche de femelles gravides d'espèces en péril, sites échantillonnés en 2005	McNichols, comm. pers. (2010)
	0/1	2011	431 quadrats de 1 m^2	Grand River relocation project (Natural Resource Solutions)	Mackie, comm. pers. (2011)
	4/13[1]	2011	5,5 à 6 HP	Relevés ciblant le toxolasme nain	Pêches et Océans Canada, données inédites
Rivière Détroit	1	1997	4 transects linéaires de 120 m^2	Sites d'occurrence d'Unionidés vivants observés en 1990	Schloesser *et al.* (2006) et données inédites
	4	1998	Zone de 500 m^2 échantillonnée pendant 60 minutes par plongée autonome; autre zone de 500 m^2 échantillonnée pendant 25 minutes	Sites d'occurrence d'Unionidés vivants observés en 1992 et en 1994	Schloesser *et al.* (2006)
	1	1998	10 quadrats aléatoires dans une grille à carrés de 10 m de côté (excavation à une profondeur de 30 cm)	Sites d'occurrence d'Unionidés vivants observés en 1987	Schloesser *et al.* (2006) et données inédites

* Coquilles trouvées dans un site

1 Coquilles trouvées dans un autre site

2 Coquilles trouvées dans deux autres sites.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

Le toxoplasme nain est présent dans divers milieux notamment dans les rivières étroites à larges, dans les milieux humides, dans les zones lacustres peu profondes, dans les étangs et dans les réservoirs. On l'observe communément sur les substrats meubles de vase, de sable et de gravier fin (Parmalee et Bogan, 1998; Metcalfe-Smith *et al.*, 2005a; Watters *et al.*, 2009). Des estimations du type de substrat (%) ont été faites dans le cadre de relevés minutés dans la rivière Grand (5 sites), et dans les rivières Sydenham, Thames, Ruscom, Welland, et Belle Rivière, de même que dans le lac Ontario (1 site par plan d'eau). Plus de 50 % du substrat était composé de sable et d'une combinaison de vase, de matière organique et de limon. Les roches, les moellons et le gravier constituaient < 10 %, l'argile représentait ~ 24 %, et les détritus, 11 % du substrat restant (MPO, données inédites).

Les espèces de poissons hôtes n'ont pas encore été identifiées pour les populations canadiennes, mais elles le sont pour les populations des États-Unis, (voir **Cycle vital et reproduction**, ci-dessous). La plupart des espèces hôtes font partie de la famille des Centrachidés (crapet vert, crapet sac-à-lait, crapet arlequin, marigane blanche et crapet menu), et préfèrent les eaux chaudes lacustres, les milieux humides ou les cours d'eau à débit lent présentant de la végétation aquatique. Une espèce de la famille des Percidés, le raseux-de-terre, a aussi été identifié comme hôte, et est présent un peu partout en Ontario. Il préfère divers milieux benthiques dans les cours d'eau et les lacs, en particulier les eaux lentes ou stagnantes et les lits de sable, de gravier et/ou de limon (Scott et Crossman, 1998; Holm *et al.*, 2009). Les hôtes fonctionnels les plus probables, uniquement d'après la répartition, sont le crapet vert, le crapet arlequin, la marigane blanche et le raseux-de-terre.

Tendances en matière d'habitat

Plus de 85 % des terres dans le bassin versant de la rivière Sydenham sont des terres agricoles, et 60 % de ces terres sont drainées par des tuyaux enterrés (Dextrase *et al.*, 2003). Il ne reste que 12 % du couvert forestier d'origine, et la végétation riveraine est absente ou limitée le long d'une bonne partie de la rivière. Les terres agricoles, particulièrement celles où il y a peu de végétation riveraine et qui sont largement drainées par des tuyaux enterrés, donnent lieu à de grands apports de sédiments aux cours d'eau. La rivière Sydenham présente de fortes concentrations d'éléments nutritifs, les concentrations de phosphore dépassant constamment les seuils provinciaux pour la qualité de l'eau (0,03 $mg \cdot L^{-1}$), au cours des 30 dernières années (Office de protection de la nature de la région de St. Clair, 2008). Les concentrations moyennes dans la rivière Sydenham sont d'environ 0,075 à 0,13 mg/L, et les concentrations sont de 2 à 3 fois plus élevés dans le bassin de la Sydenham Nord (Dextrase *et al.*, 2003; Office de protection de la nature de la région de St. Clair, 2008). Il n'est donc pas surprenant que l'azote ait remplacé le phosphore en tant que nutriment limitant dans le réseau. Les concentrations de chlorure dans la

rivière Sydenham dépassent 50 mg•L^{-1}, ce qui est inférieur au seuil prévu dans les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (120 mg•L^{-1}; CCME, 2011), toutefois, ces concentrations augmentent, probablement en raison de l'utilisation accrue de sels de voirie pour déglacer les routes (Dextrase *et al.*, 2003; Office de protection de la nature de la région de St. Clair, 2008). La population humaine dans le bassin est de plus de 162 000 habitants et, bien que le bassin versant ne soit pas fortement peuplé, il y a de la navigation commerciale sur le cours inférieur de la rivière, laquelle fluctue selon la conjoncture économique (Office de protection de la nature de la région de St. Clair, 2011). Des espèces non indigènes ont aussi envahi la rivière Sydenham. Les moules de la famille des Dreissenidés sont présentes dans le cours inférieur de la rivière (en aval du site où des toxolasmes nains ont été prélevés) et, comme il n'y a pas de grands réservoirs (qui fournissent une source continue de larves véligères) dans ce bassin, le toxolasme nain n'est pas menacé de façon importante par une invasion encore plus grande. Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), par ailleurs, est présent dans l'ensemble de l'aire de répartition du toxolasme nain. Bien que la carpe commune (*Cyprinus carpio*) soit présente dans la rivière Sydenham, elle n'est pas abondante (Barnucz, comm. pers., 2011). Voir **Menaces et facteurs limitatifs** pour plus de détails sur les espèces envahissantes.

Le bassin versant du cours inférieur de la Thames, qui comprend le ruisseau Baptiste, est soumis à des pressions agricoles intenses, et 88 % des terres y sont utilisées à des fins agricoles (Taylor *et al.*, 2004). Moins de 5 % du couvert forestier d'origine subsiste (Taylor *et al.*, 2004). La qualité de l'eau dans le bassin de la Thames souffre depuis longtemps des effets des activités agricoles. Les réseaux de drainage agricole souterrain, les égouts, l'entreposage et l'épandage de fumier et les mauvaises pratiques de conservation des sols ont tous contribué à la détérioration de la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Thames (Taylor *et al.*, 2004). Les charges en phosphore et en azote ont augmenté de façon constante et sont respectivement de l'ordre de 0,032 à 0,22 mg•L^{-1}, et de 8 à 13 mg•L^{-1}, soit parmi les charges les plus élevées de l'ensemble du bassin des Grands Lacs (WQB, 1989; Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure, 2004, 2007). Les concentrations moyennes de cuivre (de 0,97 à 4 µg•L^{-1}) ont diminué au cours des trois dernières générations (Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure, 2004; Morris *et al.*, 2008) et sont généralement égales ou inférieures au seuil de 5 µg•L^{-1} établi dans les lignes directrices provinciales visant la qualité de l'eau (ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, 1994). Les concentrations de chlorure dans la rivière Thames vont de 25 à 220 mg•L^{-1} et semblent augmenter dans l'ensemble du bassin versant (Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure, 2004). Certaines de ces concentrations dépassent le seuil de 120 mg•L^{-1} établi dans les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (CCME, 2011). Bien que les coquilles de Dreissenidés soient abondantes au site de la rivière Thames (ruisseau Baptiste) où des toxolasmes nains ont été observés, aucun individu vivant n'a été trouvé (MPO, obs. pers., 2010). Le gobie à taches noires et la carpe commune sont des espèces présentes dans la rivière Thames, et leur abondance semble faible, mais d'autres relevés sont nécessaires pour

confirmer leur répartition et leur abondance (Barnucz, comm. pers., 2011; Dextrase, comm. pers., 2011).

La rivière Ruscom et la Belle Rivière se jettent dans le lac Sainte-Claire et font partie du bassin versant de la région d'Essex. L'utilisation des terres dans ces régions est similaire à celle des bassins des rivières Sydenham et Thames : les terres y sont principalement utilisées à des fins agricoles et sont composées de milieux humides et de forêts riveraines, et le couvert forestier représente environ 2 % dans le bassin versant de la rivière Ruscom, et 4 % dans le bassin versant de la Belle Rivière (Office de protection de la nature de la région d'Essex, 2010). Le total des sédiments en suspension dans la rivière Ruscom et dans la Belle Rivière dépasse constamment le seuil provincial de 25 $mg \cdot L^{-1}$ (Office de protection de la nature de la région d'Essex, 2010), et c'est dans la rivière Ruscom que le total des sédiments en suspension est le plus élevé (68 $mg \cdot L^{-1}$) dans la région d'Essex (Office de protection de la nature de la région d'Essex, 2010). Les concentrations de phosphore total dans la région d'Essex dépassent les objectifs provinciaux en matière de qualité de l'eau (0,03 $mg \cdot L^{-1}$). La rivière Ruscom présente une concentration moyenne de phosphore total de 0,272 $mg \cdot L^{-1}$ (Office de protection de la nature de la région d'Essex, 2010). À ce jour, les moules de la famille des Dreissenidés dans ces deux rivières sont confinées aux embouchures et ne sont pas présentes aux endroits où des toxolasmes nains ont été trouvés. Le gobie à taches noires est abondant dans la rivière Ruscom et est probablement présent dans la Belle Rivière (Barnucz, comm. pers., 2011). De plus amples recherches sont nécessaires pour déterminer si des carpes communes sont présentes.

Les communautés de moules dans la rivière Grand ont connu un important déclin, puis se sont rétablies au cours des 35 dernières années (Kidd, 1973; Mackie, 1996; Metcalfe-Smith *et al.*, 2000b). Kidd (1973) a échantillonné la rivière de 1970 à 1972 et a signalé un déclin de 55 % de la diversité des espèces. La majeure partie de ce déclin a été attribuée à la mauvaise qualité de l'eau associée aux activités agricoles et à la fragmentation de l'habitat par la construction de 3 grands et 11 petits ouvrages de retenue. Actuellement, 93 % du bassin versant est considéré en zone rurale, plus de 132 barrages s'y trouvent (Office de protection de la nature de la rivière Grand, 2011). Mackie (1996) a trouvé au total 18 espèces et a indiqué que des stresseurs d'origine humaine, en particulier en aval des centres urbains, étaient probablement responsables du déclin des espèces. Bien que seulement 7 % du bassin versant soit considéré en zone urbaine, environ 81 % de la population est présente dans cette région (Office de protection de la nature de la rivière Grand, 2011). Metcalfe-Smith *et al.* (2000b) ont trouvé 25 espèces, ce qui constitue une hausse de 50 % de la richesse spécifique par rapport aux résultats de Kidd (1973), 25 ans auparavant. Morris (2006b) mentionne que la rivière Grand pourrait abriter aujourd'hui l'une des deux plus importantes populations de lampsiles fasciolées, une espèce jugée préoccupante (par le COSEPAC) au Canada. Metcalfe-Smith *et al.* (2000 b) attribuent en grande partie l'amélioration des communautés de moules dans la rivière Grand à l'amélioration de la qualité de l'eau, à l'ajout de passes migratoires favorisant le déplacement des poissons (permettant ainsi la dispersion grâce aux déplacements des hôtes) et à la reconnexion des parcelles de

l'habitat fragmenté. Malheureusement, d'autres améliorations sont nécessaires, car les concentrations médianes de phosphore total dans les zones où des toxolasmes nains sont présents correspondent environ à 4 fois (0,128 $mg \cdot L^{-1}$) l'objectif provincial durant les forts débits du printemps, et elles peuvent aller jusqu'à dépasser 12 fois l'objectif (Water Quality Working Group, 2011). Les barrages de Caledonia et de Dunnville jouent fort probablement un rôle important dans les concentrations de phosphore, car ils modifient le comportement hydraulique de la rivière (Water Quality Working Group, 2011). La principale source de phosphore dans la rivière Grand provient de l'érosion des sols des terres cultivées, mais il existe d'autres sources comme le ruissellement du fumier, le drainage par tuyaux enterrés, l'accès du bétail aux cours d'eau, et la présence de barrages (Office de protection de la nature de la rivière Grand, 1998; Water Quality Working Group, 2011). Les Dreissenidés dans la rivière Grand se trouvent en aval du barrage de Dunnville, dans une zone qui inclut l'aire de répartition du toxolasme nain (Morris, obs. pers., 2005). Le gobie à taches noires est présent en amont et en aval du barrage de Dunnville, mais il est plus abondant en amont (Barnucz, comm. pers., 2011). La carpe commune est également présente, mais apparemment en faible abondance (Barnucz, comm. pers., 2011).

La rivière Welland a le plus grand bassin versant du territoire couvert par l'Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, et fait partie du secteur préoccupant de la rivière Niagara (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010b, a). Plus de 70 % de cette région est considérée comme rurale, et l'agriculture met l'accent sur la production de volaille et d'œufs, de céréales et d'oléagineux (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010b). Le couvert forestier ne représente que 15 % de ce bassin hydrographique (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010b). Dix stations de contrôle de la qualité de l'eau se trouvent dans la rivière Welland. La qualité de l'eau dans 9 de ces stations est désignée comme « mauvaise », et elle est désignée « médiocre » dans l'autre, d'après l'Indice de la qualité des eaux (IQE) (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). Les descriptions de l'IQE intègrent le nombre de paramètres pour lesquels les seuils correspondant aux objectifs en matière de qualité de l'eau ont été dépassés, la fréquence des dépassements pour chacun des paramètres, et l'ampleur de chaque dépassement (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). Les objectifs provinciaux visant le phosphore total ne sont pas atteints dans la rivière Welland, où les concentrations de phosphore total vont d'environ 0,09 à 0,27 $mg \cdot L^{-1}$ (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). On suppose que les causes des concentrations élevées de phosphore sont liées aux déchets animaux, aux rejets des usines d'épuration des eaux usées, à l'érosion des sols, et à l'utilisation des terres à des fins agricoles (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). De plus, la moule zébrée s'est établie dans le cours inférieur de la rivière Welland, notamment à l'endroit où des toxolasmes nains ont été observés (MPO, données inédites; Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). Depuis 2007, aucun gobie à taches noires n'a été capturé dans la rivière Welland, mais des carpes communes y sont présentes (Yagi et Blott, 2008).

En 1985, le havre Hamilton a été désigné « secteur préoccupant » par la Commission mixte internationale (CMI), car il était l'un de secteurs les plus dégradés de la région des Grands Lacs (Hall *et al.*, 2006; O'Conner, 2010). Les sources de contamination dans la région proviennent des usines d'épuration des eaux usées, des aciéries, du ruissellement urbain, des débordements d'égouts unitaires, des ruisseaux (Red Hill et Grindstone), et de Cootes Paradise (O'Conner, 2010). Le bassin versant du havre Hamilton est composé d'environ 36 % de terres agricoles, de 28 % de zones urbaines, de 17 % de forêts et de 8 % de milieux humides, et compte plus de 650 000 habitants (Bowlby *et al.*, 2010). Les concentrations de phosphore diminuent depuis la mise en œuvre d'un plan d'assainissement, mais elles sont toujours de l'ordre de 30 à 50 $\mu g \cdot L^{-1}$ (Bowlby *et al.*, 2010), soit bien supérieures à l'objectif provincial pour la qualité de l'eau de 0,03 $mg \cdot L^{-1}$. La diminution de la limpidité de l'eau dans le havre Hamilton a été attribuée à l'augmentation des concentrations de nutriments qui ont mené à des proliférations d'algues, lesquelles ont, à leur tour, utilisé l'oxygène dissous dans le havre (Hamilton Harbour Technical Team, 2007). Les substances chimiques toxiques présentes dans le havre et dont les concentrations sont supérieures aux seuils fixés dans les lignes directrices provinciales et/ou fédérales (seuils relatifs à l'eau, aux sédiments ou aux tissus) pour la protection de la vie aquatique sont les suivantes : hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), arsenic, cadmium, fer, plomb, zinc et mercure (O'Conner, 2010).

Pour les populations de toxolasmes nains qui sont présentes dans les Grands Lacs, le plus important changement sur le plan de l'habitat est associé à l'invasion par les Dreissenidés (*Dreissena polymorpha* et *D. rostriformis*), qui ont presque complètement éradiqué les moules d'eau douce indigènes des eaux libres du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de la rivière Détroit (Schloesser et Nalepa, 1994; Nalepa *et al.*, 1996; Schloesser *et al.*, 2006). Aucune moule de la famille des Dreissenidés n'a été observée à l'endroit où des toxolasmes nains ont été prélevés dans le bassin versant du lac Ontario (anse Sunfish). Bien qu'elles soient présentes dans le lac Ontario, leur charge ne semble pas être très importante. Ricciardi *et al.*, (1995) prédisent que les densités de moules zébrées qui atteindront 1 $000 \cdot m^{-2}$, où la charge est de 100 moules zébrées par Unionidé, accéléreront la mortalité des Unionidés. Le gobie à taches noires et la carpe commune sont tous deux présents dans le lac Ontario (plus précisément dans le havre Hamilton; Bowlby *et al.*, 2010; Barnucz, comm. pers., 2011).

BIOLOGIE

Le toxolasme nain est une espèce de petite taille ayant une courte espérance de vie. Haag et Rypel (2011) ont observé que l'âge maximal pour le toxolasme nain était de 4 à 5 ans. La plupart des individus observés par Watters *et al.* (2009) étaient également âgés de 5 ans, mais les plus vieux étaient âgés d'environ 12 ans. Ces résultats sont similaires aux estimations longueur-âge de toxolasmes nains faites à partir de coquilles trouvées dans l'anse Sunfish (lac Ontario) : la plupart avaient appartenu à des individus de moins de 7 ans, mais 2 des 26 coquilles examinées avaient appartenu à des individus de 9 et 12 ans (Smith, comm. pers., 2010). Les moules sont relativement sédentaires à l'âge adulte. Les adultes se nourrissent en siphonnant des algues dans la colonne d'eau, mais peuvent aussi se servir de leur pied (Nichols *et al.*, 2005). Le cycle de reproduction des Unionidés est complexe et comprend une période de parasitisme obligatoire sur un hôte vertébré. Les moules juvéniles s'enfouissent sous la surface du substrat, où elles demeurent jusqu'à ce qu'elles atteignent la maturité (Balfour et Smock, 1995; Schwalb et Pusch, 2007). Pendant cette période, elles se nourrissent probablement d'une combinaison de détritus, d'algues et de bactéries provenant de l'eau interstitielle; elles peuvent aussi s'alimenter à l'aide de leur pied (Yeager *et al.*, 1994; Gatenby *et al.*, 1997). La croissance est rapide durant le stade juvénile (Watters *et al.*, 2009). Durant l'été, les moules adultes migrent sous la surface du substrat, mais s'enfouissent sous la surface pendant l'hiver, probablement en raison de la baisse de la température de l'eau ou des régimes d'écoulement variables (Schwalb et Pusch, 2007). L'analyse qui suit est basée sur un examen de la littérature disponible.

Cycle vital et reproduction

On suppose que la plupart des toxolasmes nains sont hermaphrodites, et que les caractéristiques biologiques de l'espèce sur le plan de la reproduction suivent le schéma général de reproduction de la plupart des moules. Lors de la fraye, les mâles libèrent leur sperme dans l'eau, et les femelles se trouvant en aval le captent par filtration avec leurs branchies. Les femelles gardent leurs petits du stade de l'œuf au stade larvaire dans une région spécialisée de leurs branchies appelée marsupium. Chez le toxolasme nain, le marsupium est formé de la moitié postérieure de la branchie externe (Ortmann, 1912). Les larves, appelées glochidies, se développent dans les marsupiums des branchies, et la femelle les relâche dans la colonne d'eau pour qu'elles entreprennent une période de parasitisme sur un poisson hôte approprié. La mortalité naturelle des glochidies est difficile à estimer, mais on la présume très élevée. Bauer (2001) suggère que 0,001 % des glochidies se fixent avec succès à un hôte. Les juvéniles ne peuvent se développer davantage sans cette période d'enkystement. Durant la période d'enkystement, les juvéniles immatures se nourrissent des tissus de l'hôte compris à l'intérieur de la coquille de la glochidie et de leur propre muscle adducteur larvaire (Fisher et Dimock, 2002), et subissent une importante différenciation. Généralement, leur taille n'augmente pas pendant la période d'enkystement sur l'hôte (Watters, 2007). La métamorphose et l'enkystement des toxolasmes nains juvéniles a lieu entre 12 et 30 à 35 jours après l'infestation respective

des raseux-de-terre et des crapets verts, à environ 20 °C (Hove, 1995; Watters *et al.*, 2005). Après s'être détachés de l'hôte, les juvéniles s'établissent sur le fond de la rivière et commencent à vivre de façon autonome. Habituellement, les moules juvéniles restent enfouies dans les sédiments plusieurs années avant d'atteindre la maturité sexuelle. À ce stade, elles migrent vers la surface du substrat, et le cycle vital recommence (Watters *et al.*, 2001). On ne connaît pas précisément l'âge à la maturité de l'espèce. McMahon (1991) indique que l'âge moyen à maturité pour les Unionidés est de 6 à 12 ans, mais vu l'âge maximal relativement bas mentionné plus haut (12 ans) et l'observation selon laquelle la plupart des individus observés étaient âgés de moins de 6 ans, il semble probable que l'âge à maturité est de beaucoup inférieur à l'estimation de McMahon (1991). De plus, Tepe (1943) a examiné 5 individus de 12 à 21 mm de longueur, lesquels contenaient tous des œufs et des spermatozoïdes, ce qui, selon la relation longueur-âge (Smith, comm. pers., 2010) observée en Ontario, permet d'estimer l'âge de ces individus à moins de 1 an. De plus amples recherches sont nécessaires pour déterminer l'âge à la maturité. Chez les toxolasmes nains, au Canada, la durée d'une génération est estimée à 6 ans.

D'après Utterback (1916), van der Schalie (1970) et Campbell (comm. pers., 2011), le toxolasme nain est principalement hermaphrodite (présence des gonades mâles et femelles). Certaines études avancent que des populations dioïques existent (Utterback, 1916; Ortmann, 1919; Baker, 1928; van der Schalie, 1966), mais d'autres affirment que l'espèce est entièrement hermaphrodite et que, si des mâles sont observés, c'est qu'il s'agit fort probablement d'une autre espèce (Campbell, comm. pers., 2011). Si des populations dioïques existent, la coquille ne présente pas un dimorphisme sexuel prononcé (Watters *et al.*, 2009). On ne peut pas établir avec certitude si l'espèce est entièrement hermaphrodite au Canada. On croit que l'espèce a une période de gravidité longue, car des œufs ont été observés de juin à août (Utterback, 1916; Ortmann, 1919), et des glochidies ont été observées jusqu'au mois de juillet suivant (Watters *et al.*, 2009). Aucun individu gravide (présence de glochidies) n'a été observé en Ontario. Toutefois, on en a observé en avril (au Texas), en juin (en Pennsylvanie et en Arkansas), et en août (en Indiana et au Wisconsin), aux États-Unis (Williams *et al.*, 2008). Les glochidies sont dépourvues de crochets, sont de forme subelliptique et mesurent environ 180 µm de longueur et 200 µm de hauteur (Watters *et al.*, 2009).

Le toxolasme nain a développé une stratégie complexe afin d'accroître la probabilité de rencontrer un hôte propice (Zanatta et Murphy, 2006). Des caroncules semblables à des vers (sur le bord postérieur du manteau) et la bordure du manteau ont été observées dans différentes populations, et il s'agit probablement de leurres actifs (Zanatta et Murphy, 2006; Watters *et al.*, 2009). Le toxolasme nain produit et expulse des conglutinats (masses de glochidies contenues dans du mucus). Ces conglutinats sont blancs et en forme de massue, et contiennent les glochidies et des œufs non fécondés (Williams *et al.*, 2008; Watters *et al.*, 2009). Lorsque les conglutinats sont expulsés par la moule, ils provoquent une réponse de prédation chez l'espèce hôte, et cette dernière ingère le conglutinat. Une fois détachées, les glochidies sont relâchées, se fixent à l'hôte et commencent leur métamorphose.

Les espèces de poissons hôtes n'ont pas été identifiées pour les populations de toxolasmes nains au Canada. Toutefois, six espèces de poissons ont été identifiées comme hôtes aux États-Unis. Il s'agit du raseux-de-terre, du crapet vert, du crapet arlequin, de la marigane blanche, du crapet sac-à-lait, et du crapet menu (Fuller, 1978; Hove, 1995; Watters *et al.*, 2005; de même que Fuller [1978], tel que cité dans Watters *et al.*, [2009]). Les hôtes les plus probables au Canada, d'après le chevauchement des aires de répartition, sont le crapet arlequin, le crapet vert, la marigane blanche et le raseux-de-terre. Les trois premières espèces sont typiques des lacs, des cours d'eau et des milieux humides (crapet vert) dont le débit est lent, et sont présentes dans la majeure partie de l'aire de répartition du toxolasme nain (Scott et Crossman, 1998; Holm *et al.*, 2009). Le raseux-de-terre est plus commun dans les zones où les eaux sont lentes à stagnantes, et il préfère les substrats de sable, de gravier et de limon. Son aire de répartition chevauche quelque peu celle du toxolasme nain (Scott et Crossman, 1998; Holm *et al.*, 2009). Les aires de répartition du crapet sac-à-lait et crapet menu ne chevauchent pas l'aire de répartition des populations actuelles de toxolasmes nains (Holm *et al.*, 2009; base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Le crapet sac-à-lait a fait l'objet d'une évaluation par le COSEPAC et a été désigné « espèce préoccupante » aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* (COSEPAC, 2009; Registre public des espèces en péril, 2011).

Physiologie et adaptabilité

La présence de moules d'eau douce de la famille des Unionidés est un indicateur de la bonne santé globale d'un écosystème aquatique. Cette famille, en particulier les glochidies et les juvéniles, est sensible aux métaux lourds (Keller et Zam, 1991), à l'ammoniac (Goudreau *et al.*, 1993; Mummert *et al.*, 2003), à l'acidité (Huebner et Pynnonen, 1992), à la salinité (Liquori et Insler, 1985; Gillis, 2011) et au cuivre (Gillis *et al.*, 2008).

Des expériences visant l'identification des espèces de poissons hôtes ont été réalisées aux États-Unis, mais on n'a pas tenté d'identifier les espèces de poissons hôtes ou d'élever artificiellement l'espèce au Canada. On n'a trouvé aucune étude portant sur l'adaptabilité du toxolasme nain.

Déplacements et dispersion

En général, la capacité de dispersion des moules adultes est très limitée. Bien que les adultes puissent se déplacer vers l'amont ou vers l'aval, des études ont montré un déplacement net vers l'aval au fil du temps (Balfour et Smock, 1995; Villella *et al.*, 2004). La diversité des espèces de moules, la reproduction, la vitesse du courant, le type de substrat, la température et les infestations de Dreissenidés peuvent influer sur les déplacements à petite échelle à la verticale et à l'horizontale (Kat, 1982; Lewis et Riebel, 1984; Amyot et Downing, 1998; Watters *et al.*, 2001; Schwalb et Pusch, 2007; Allen et Vaughn, 2009). Utterback (1916) a observé que le toxolasme nain avait un rythme cardiaque rapide (38 battements par minute), ce qui en fait l'une des espèces se déplaçant le plus activement. Toutefois, les principaux déplacements à grande échelle, vers l'amont et dans de nouveaux milieux ont lieu durant le stade d'enkystement des glochidies sur les poissons hôtes.

La plupart des Centrarchidés ont tendance à demeurer dans le même secteur et à être fidèle à leur frayère natale (Matthews, 1998). Paukert *et al.*, (2004) ont estimé que la superficie du domaine vital du crapet arlequin était de 0,01 à 27,2 hectares dans le lac Pelican, au Nebraska, et Thompson (1933) a observé que l'espèce se déplaçait sur environ 23 km au cours d'une même année dans les cours d'eau, en Illinois. Le domaine vital du crapet vert est également limité, et la plupart des individus ont tendance à demeurer dans certaines zones ou certains bassins, se déplaçant très peu (environ sur 100 m; Thompson, 1933; Gerking, 1953; Gatz et Adams, 1994; Smithson et Johnston, 1999). Funk (1957) a observé des déplacements de plus de 40 km chez quelques crapets verts, mais ce phénomène est rare. Funk (1957) a aussi remarqué que les schémas globaux de déplacements de la marigane blanche variaient selon les saisons, mais qu'elle pouvait parcourir jusqu'à 42 km en 3 mois. Thompson (1933) a obtenu des résultats similaires concernant la marigane blanche, et en a observé se déplaçant sur ~ 36 km au cours d'une même année.

Mundahl et Ingersoll (1983) ont observé que les raseux-de-terre se déplaçaient très peu (moyenne = 55 m) par rapport à leur point de capture initial, au début de l'automne. Toutefois, il est possible qu'ils se déplacent davantage durant la saison de reproduction.

Relations interspécifiques

Les toxolasmes nains immatures sont des parasites obligatoires d'hôtes vertébrés. Les hôtes probables pour les populations du Canada sont le crapet arlequin, le crapet vert, la marigane blanche, et le raseux-de-terre (voir **Cycle vital et reproduction** et **Déplacements et dispersion**).

Les moules d'eau douce de la région des Grands Lacs ont été gravement perturbées par l'introduction d'espèces envahissantes. Les moules de la famille des Dreissenidés (*D. polymorpha* et *D. bugensis*) peuvent coloniser les populations d'Unionidés et devenir très nombreuses. Ces invasions peuvent entraîner de graves répercussions sur l'alimentation, la respiration, les déplacements et la reproduction. Le gobie à taches noires est une autre espèce envahissante qui peut nuire directement et indirectement aux populations de toxolasmes nains. On le considère comme un consommateur vorace d'organismes benthiques (Ray et Corkum, 1997; Poos *et al.*, 2010), et il pourrait donc nuire directement aux moules par la prédation. Les effets indirects découlent de la compétition et de la prédation du gobie à taches noires avec les autres espèces de poissons susceptibles d'agir comme hôtes pour le toxolasme nain. Voir **Menaces et facteurs limitatifs** pour plus de détails.

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités et méthodes d'échantillonnage

Relevés passés (de 1943 à 1996)

D'après neuf mentions tirées de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, le toxolasme nain était autrefois (de 1943 à 1996) présent dans les rivières Sydenham, Thames, Grand et Détroit. Ces mentions historiques décrivent très peu les activités et/ou les méthodes d'échantillonnage puisqu'elles sont fondées essentiellement sur la présence de valves ou de coquilles.

Relevés récents (de 1997 à 2011)

L'espèce fait actuellement (période de 1997 à 2011) l'objet de 26 mentions (individus vivants et coquilles) dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. Ces mentions indiquent que le toxolasme nain est actuellement présent dans le bassin versant du lac Sainte-Claire (rivières Thames, Sydenham, Ruscom et Belle), dans le bassin versant du lac Érié (rivières Grand et Welland) et dans le lac Ontario. Le tableau 1 résume les données actuelles sur les activités de recherche et les méthodes d'échantillonnage. Les données ont été recueillies selon deux méthodes de base.

1) Relevés minutés :

Nombre d'heures d'échantillonnage × nombre de personnes réalisant l'échantillonnage. Cette méthode quantitative de relevé produit des données sur la présence/absence de l'espèce et des mesures relatives des effectifs. Lorsque l'eau est limpide, les recherches sont réalisées à l'œil nu, à l'aide de boîtes d'observation, en plongée en apnée ou en plongée autonome. Lorsque la turbidité est élevée, le substrat est tamisé à la main ou à l'aide d'instruments d'observation (« raccooning », en anglais). Des moules sont prélevées, conservées dans l'eau (dans des sacs-filet de plongeur ou des seaux) jusqu'à la fin de la séance d'échantillonnage, puis sont identifiées à l'espèce, et leur sexe est déterminé si possible (s'il y a dimorphisme sexuel). Elles sont ensuite comptées et mesurées avant d'être remises vivantes dans le substrat. Une période équivalant à 4,5 heures-personnes (HP) de recherche permet généralement de déceler des espèces rares (Metcalfe-Smith *et al.*, 2000a).

2) Relevés par quadrats :

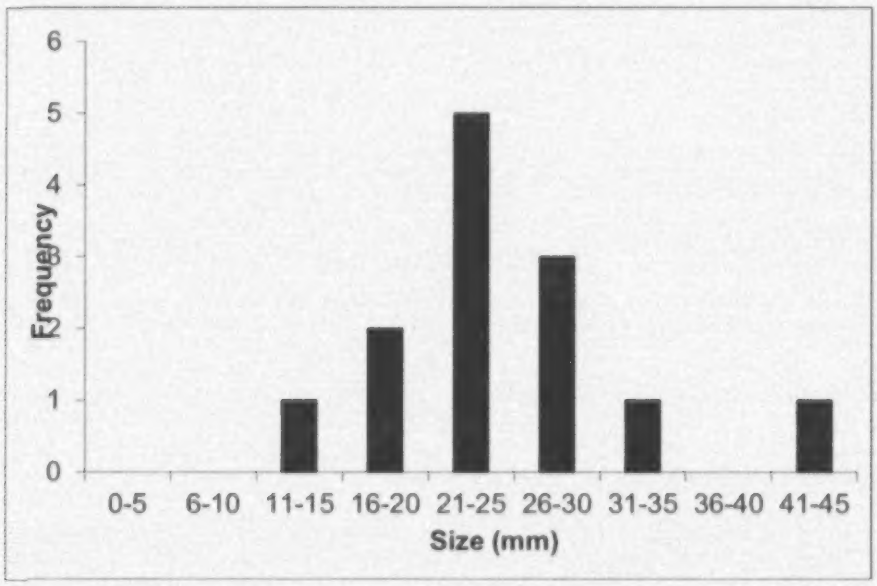
Les relevés quantitatifs exigent d'excaver des quadrats de 1 m^2 jusqu'à une profondeur d'environ 10 cm, et toutes les moules qui s'y trouvent sont prélevées. Comme pour le relevé minuté, on identifie, compte et mesure les individus, et on en détermine le sexe, avant de les remettre vivants dans le substrat. Cette méthode fournit des renseignements sur la composition des assemblages, la densité approximative, le rapport des sexes, la fréquence des tailles et le recrutement. Si les sédiments sont tamisés dans des filets à mailles de 7 mm, la probabilité de trouver des juvéniles augmente considérablement. Toutefois, les relevés par quadrats ne sont pas efficaces dans les substrats très mous, comme le limon, souvent inoccupés par le toxolasme nain.

Abondance

D'après les connaissances actuelles, le toxolasme nain n'est plus présent dans la rivière Détroit (Schloesser *et al.*, 2006). Les occurrences actuelles de l'espèce en Ontario se limitent aux rivières Sydenham, Thames, Ruscom, Belle, Grand et Welland, et au lac Ontario.

Un total de 13 toxolasmes nains vivants ont été prélevés dans des affluents du lac Sainte-Claire (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). Sept individus ont été trouvés dans l'un des 2 sites échantillonnés dans la rivière Sydenham en 2011 (MPO, données inédites). L'espèce n'a pas été observée dans le cadre d'autres relevés dans le bras Est de la rivière Sydenham entre Florence et Dresden, malgré plus de 1 000 (HP) de recherche (de 1997 à 2011). Un individu vivant a été prélevé dans l'un des 3 sites échantillonnés dans le cadre de relevés minutés dans le ruisseau Baptiste (affluent de la rivière Thames), en 2010. Deux individus ont été observés dans la Belle Rivière, et 3 individus ont été observés dans la rivière Ruscom lors de relevés réalisés par le MPO en 2010. Non seulement le nombre d'individus observés est faible, tous ont été trouvés lors de relevés qualitatifs minutés, et ce type de relevé ne permet pas d'estimer l'abondance.

Des toxolasmes nains ont été prélevés dans deux affluents du lac Érié : les rivières Grand et Welland. Le MPO (données inédites, 2011) a échantillonné 13 sites dans la rivière Grand en 2011, et a trouvé un total de 13 toxolasmes nains vivants dans 4 de ces sites. Des coquilles ont été trouvées dans 1 site additionnel (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011). La figure 9 montre la longueur des individus trouvés dans la rivière Grand. Au total, 8 sites ont été échantillonnés dans la rivière Welland en 2008, et 1 toxolasme nain vivant a été observé dans 1 site. Encore une fois, en raison du faible nombre d'individus trouvés, il n'a pas été possible d'estimer l'abondance.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :
Frequency = Fréquence
Size = Taille

Figure 9. Distribution des tailles du toxolasme nain (*Toxolasma parvum*) dans la rivière Grand en 2011 (n = 13; Morris, données inédites).

Au total, deux toxolasmes nains ont été trouvés dans l'un (anse Sunfish) des trois sites échantillonnés dans le lac Ontario (Jardins botaniques royaux), en 2011. C'était la première fois que l'espèce était observée dans le lac Ontario. Aucune estimation de l'abondance n'a pu être faite en raison du petit nombre d'individus trouvés et de la méthode de prélèvement (relevé minuté qualitatif).

Fluctuations et tendances

Il est très difficile d'évaluer les fluctuations associées au toxolasme nain, car les données à ce sujet sont très peu nombreuses. Sur les 9 mentions historiques, une fait référence à un seul individu vivant. Il n'existe actuellement que 26 mentions de l'espèce dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, et celles-ci font référence à un total de 31 individus vivants.

Aucun commentaire ne peut être formulé sur les fluctuations de la répartition du toxolasme nain dans les rivières Sydenham, Thames, Belle et Ruscom, car il existe très peu de mentions (6 mentions comptant un total de 13 individus vivants).

De manière similaire, les fluctuations dans les rivières Grand et Welland sont inconnues. Dans le passé, 6 mentions de toxolasmes nains (coquilles uniquement) ont été faites dans la rivière Grand. Les relevés récents (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011) ont permis d'observer 13 spécimens vivants dans 4 sites, et des coquilles dans 1 autre site. Un seul individu vivant a été observé dans la rivière Welland. Par conséquent, on ne dispose pas d'assez de renseignements pour déterminer les fluctuations dans les rivières Grand et Welland.

Aucun commentaire ne peut être formulé au sujet des fluctuations dans le lac Ontario, car la présence de la population n'a été confirmée qu'en 2011, alors que deux individus vivants ont été observés pour la première fois (base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs, 2011).

Les tendances de toutes les populations semblent négatives, avec un déclin inféré de 40 %, d'après la diminution de l'indice de zone d'occupation (IZO), et un déclin inféré de 22 % de la zone d'occurrence (voir **Zone d'occurrence et indice de zone d'occupation** sous **RÉPARTITION**).

Immigration de source externe

Les populations de toxolasmes nains sont actuellement isolées les unes des autres ainsi que des populations des États-Unis par de vastes zones où l'habitat n'est pas propice à la vie de l'espèce. Cela rend peu probable le rétablissement, par immigration, des populations disparues. Les quatre hôtes présumés du toxolasme nain (le crapet arlequin, le crapet vert, la marigane blanche et le raseux-de-terre) ne sont habituellement pas capables de se déplacer sur de longues distances. Les populations de toxolasmes nains ne sont pas présentes dans des États adjacents des États-Unis. De toute manière, elles ne pourraient pas agir à titre de populations sources, car elles ne sont pas considérées comme assez abondantes. L'espèce a été observée dans plusieurs localités, mais elle n'est pas commune (Zanatta, comm. pers., 2011). Dans les quatre États du couloir lac Sainte-Claire-lac Érié, les populations de l'Ohio n'ont pas fait l'objet d'un classement, celles du Michigan sont désignées « menacées d'extinction », celles de la Pennsylvanie, S1S3 (gravement en péril à vulnérables), et celles de l'État de New York, SH (possiblement disparues de l'État) (NatureServe, 2011).

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Pêches et Océans Canada a mené en 2011 une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) de quatre espèces : la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*), la troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*), la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) et la villeuse irisée (*Villosa iris*) (MPO, 2011). Cette EPR revue par des pairs examine les menaces dans certains bassins versants où des populations de toxolasmes nains sont présentes. Les menaces qui suivent sont conformes à cette EPR. Les menaces ont été abordées et classées à l'aide du calculateur des menaces (tableau 2), en suivant les méthodes et la terminologie de Salafsky *et al.* (2008) et de Master *et al.* (2009).

Tableau 2. Description des menaces et de leur impact sur les populations de toxolasmes nains (*Toxolasma parvum*) – évalués d'après le calculateur des menaces. Les menaces ont été placées par ordre de gravité (de la plus élevée à la plus faible).

Menace	Description de la menace	Impact		Portée	Gravité	Actualité
9	Pollution	A	Très élevé	Généralisée	Extrême	
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	B	Élevé	Généralisée	Élevée	Élevée
9.2	Effluents industriels et militaires	C	Moyen	Restreinte	Extrême	Élevée
9.3	Effluents agricoles et forestiers	C	Moyen	Généralisée	Modérée	Élevée
4	Corridors de transport et de service	C	Moyen	Généralisée	Modérée	
4.3	Transport par eau	C	Moyen	Généralisée	Modérée	Élevée

Menace	Description de la menace	Impact		Portée	Gravité	Actualité
8	Espèces et gènes envahissants ou problématiques	C	Moyen	Généralisée	Modérée	
8.1	Espèces exotiques et non indigènes envahissantes	C	Moyen	Généralisée	Modérée	Élevée
11	Changement climatique et phénomènes météorologiques violents	C	Moyen	Généralisée	Modérée	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	C	Moyen	Généralisée	Modérée	Modérée
1	Développement résidentiel et commercial	C	Moyen	Restreinte	Élevée	
1.1	Habitations et zones urbaines	C	Moyen	Restreinte	Élevée	Élevée
7	Modification du système naturel	C	Moyen	Restreinte	Élevée	
7.2	Barrages, gestion et utilisation de l'eau	C	Moyen	Restreinte	Élevée	Élevée
6	Intrusions et perturbations humaines	D	Faible	Grande	Légère	
6.1	Activités récréatives	D	Faible	Grande	Légère	Élevée
1.2	Zones commerciales et industrielles	D	Faible	Petite	Élevée	Élevée
5	Utilisation des ressources biologiques	D	Faible	Petite	Modérée	
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques	D	Faible	Petite	Modérée	Négligeable
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Petite	Légère	Élevée

Les menaces exposées ci-dessous sont les principales menaces susceptibles de peser sur les populations de toxolasmes nains. Il est important de noter que ces menaces peuvent également influer directement sur l'alimentation, la respiration, la reproduction et la locomotion des poissons hôtes, ce qui peut entraîner de graves conséquences pour les populations de toxolasmes nains qui subsistent.

Menaces très graves à graves

Pollution (9.1 – Eaux usées domestiques et urbaines, 9.2 – Effluents industriels et militaires et 9.3 – Effluents agricoles et forestiers) :

La pollution est réputée être l'une des menaces dominantes pour les populations existantes de moules. Bien que les effets de la pollution sur les populations de toxolasmes nains ne soient pas clairement définis, on sait qu'elle nuit aux populations de moules de l'ensemble de l'Amérique du Nord. Il existe diverses menaces associées aux « eaux usées domestiques et urbaines », aux « effluents industriels et militaires » et aux « effluents agricoles et forestiers », notamment les suivantes : charges en sédiments (envasement), charges en nutriments, contaminants et substances toxiques (p. ex, ruissellement d'engrais de pelouses et de pesticides, sels de voirie et déversements accidentels). Les moules d'eau douce, en particulier les glochidies et les juvéniles, sont sensibles à plusieurs polluants aquatiques (Bringolf *et al.*, 2007a; Bringolf *et al.*, 2007b). Par conséquent, les niveaux actuels de pollution observés dans ces bassins versants pourraient avoir des effets négatifs sur les populations de toxolasmes nains qui subsistent. Voici une brève description de la façon dont ces menaces nuisent aux moules.

Charge en sédiments :

Les charges en solides en suspension entraînant turbidité et envasement sont considérées comme l'un des principaux facteurs limitatifs de la plupart des espèces aquatiques en péril dans le sud de l'Ontario. Le toxolasme nain, toutefois, semble préférer les substrats vaseux ou limoneux (Metcalfe-Smith *et al.*, 2005a; Watters *et al.*, 2009). Par conséquent, une turbidité accrue pourrait ne pas avoir autant d'effets sur les populations de toxolasmes nains que sur les autres espèces de moules. Il est important de noter que le transport et l'abondance croissante de fines particules peuvent dégrader les cours d'eau et entraîner des effets négatifs sur l'alimentation, la croissance, la respiration et la reproduction (Wood et Armitage, 1997; Strayer et Fetterman, 1999). Comme le toxolasme nain s'enfouit complètement dans le substrat, les effets de la sédimentation pourraient être plus graves, en ce sens que l'accumulation de limon sur le lit des cours d'eau pourrait réduire le débit et les concentrations d'oxygène dissous sous la surface en colmatant les espaces interstitiels dans le substrat (Österling *et al.*, 2010). De plus, la turbidité et/ou l'envasement accrus diminueraient la probabilité qu'un poisson hôte localise visuellement le toxolasme nain ou le conglutinat. D'autres études sont nécessaires pour déterminer si les charges en sédiments ont des effets négatifs sur les populations de toxolasmes nains. La turbidité à elle seule ne semble pas représenter une menace majeure. Toutefois, elle pourrait nuire à la présence des hôtes, alors que l'envasement pourrait être une menace plus grave s'il est important.

Charges en nutriments :

Selon Strayer et Fetterman (1999), les charges accrues en nutriments de sources non ponctuelles, en particulier de nutriments provenant des activités agricoles, constituent la plus importante menace pour les moules d'eau douce. Les autres sources de nutriments comprennent les effluents d'eaux usées municipales, les installations septiques résidentielles et le ruissellement associé à l'entretien des pelouses dans les zones de développement urbain et résidentiel. L'augmentation des charges en nutriments a des effets indirects sur les moules d'eau douce. Par exemple, la diminution des concentrations d'oxygène est souvent associée à l'augmentation des concentrations de phosphore et d'azote, qui peuvent stimuler la croissance et la décomposition des algues et des plantes (Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, 2010a). Ce phénomène, à son tour, nuit à la capacité des organismes de respirer, et peut entraîner la mort (Tetzloff, 2001), de même que modifier les communautés de poissons (Jackson *et al.*, 2001).

Contaminants et substances toxiques :

L'exposition aux contaminants et aux substances toxiques peut provenir d'une variété de sources, notamment de procédés industriels, d'usines d'épuration des eaux usées, d'aciéries et du ruissellement des eaux d'égout et d'orage. Les substances chimiques toxiques, de sources ponctuelles ou non, en particulier celles utilisées pour l'agriculture, sont reconnues aujourd'hui comme l'une des principales menaces pour les populations de moules (Strayer et Fetterman, 1999). Vu la nature du cycle vital des moules d'eau douce, ces dernières sont particulièrement sensibles aux concentrations accrues de contaminants et de substances toxiques (Cope *et al.*, 2008). Comme les moules sont incapables de se déplacer sur de longues distances, elles accumulent ces substances dans leur environnement. Les moules d'eau douce semblent être vulnérables aux PCB, au DDT, au malathion et à la roténone, qui sont des substances susceptibles de les empêcher de respirer, et de s'accumuler dans leurs tissus (Fuller, 1974; USFWS, 1994). Les glochidies et les juvéniles sont particulièrement sensibles aux métaux lourds (Keller et Zam, 1991; Bringolf *et al.*, 2007a; Bringolf *et al.*, 2007b; Gillis *et al.*, 2008), à l'acidité (Huebner et Pynnonen, 1992), à la salinité (Liquori et Insler, 1985), et aux chlorures (Gillis, 2011). Newton (2003) et Newton *et al.* (2003) ont montré que les moules d'eau douce juvéniles font partie des organismes aquatiques les plus sensibles à la toxicité de l'ammoniac non ionisé. Elles ont tendance à présenter des signes d'intoxication lorsqu'elles sont exposées à des concentrations inférieures à celles qui sont fixées dans les directives visant la sécurité aquatique dans les eaux navigables aux États-Unis. L'intensification des activités agricoles et le ruissellement urbain font augmenter les concentrations de pesticides et d'engrais qui se retrouvent dans les cours d'eau (COSEPAC, 2006). Les routes et les zones urbaines peuvent aussi apporter des quantités importantes de contaminants dans les cours d'eau, notamment des huiles et des graisses, des métaux lourds et des chlorures.

Il a été prouvé que l'exposition aux effluents municipaux peut nuire à la santé des Unionidés (Havlik et Marking, 1987; Gagné *et al.*, 2004; Gagnon *et al.*, 2006; Gagné *et al.*, 2011). Des substances pharmaceutiques peuvent pénétrer dans les écosystèmes aquatiques, principalement par le biais des effluents des stations d'épuration des eaux usées, et on sait que ces substances perturbent la physiologie des gonades et la reproduction chez les moules. Gagné *et al.* (2011) ont établi que le l'elliptio de l'Est (*Elliptio complanata*), au Québec, avait connu une augmentation marquée du nombre de femelles en aval d'un émissaire d'effluents d'eaux usées municipales. De plus, les mâles présentaient une protéine propre aux femelles (Gagné *et al.*, 2011). Les lasmigones cannelées (*Lasmigona costata*) qui vivent en aval d'un émissaire d'effluents d'eaux usées municipales dans la rivière Grand montraient une réduction considérable de leur coefficient de condition et de leur âge, de même que des effets sur leur état immunitaire par rapport à d'autres individus vivant en amont de l'émissaire (Gillis, comm. pers., 2011). Des expériences portant sur trois espèces de moules (la lasmigone cannelée, l'elliptio de l'Est et la grande anodonte) sont en cours au Canada et visent à évaluer les biomarqueurs de stress et l'état immunitaire de moules déployées sur le terrain, en amont et en aval d'émissaires d'effluents d'eaux usées municipales; les résultats sont en attente (Gillis, comm. pers., 2011).

Les déversements d'hydrocarbures peuvent limiter les échanges d'oxygène, interférer avec la respiration, couvrir le substrat, avoir des effets toxiques s'ils sont consommés (Crunkilton et Duchrow, 1990), et modifier les communautés de poissons, des conséquences qui influent toutes sur la survie des moules. Un accident survenu dans un affluent de la rivière Kalamazoo, au Michigan, a rejeté plus de 800 000 gallons de pétrole brut, perturbant de nombreux organismes vivants de la région (Murray et Korpalski, 2010). Des pipelines principaux d'hydrocarbures passent dans les rivières Grand, Welland et Thames, et dans certains de leurs affluents (ministère des Ressources naturelles du Canada, 2011). Les populations de toxolasmes nains de la rivière Grand seraient gravement touchées si un déversement accidentel survenait, car elles se trouvent juste en aval du pipeline principal. Les populations des rivières Thames et Welland sont situées bien en aval du pipeline principal (qui se trouve dans les eaux d'amont, alors que les toxolasmes nains sont présents dans les portions inférieures de ces rivières). Par conséquent, un déversement n'aurait pas un grand effet sur les populations existantes.

Menaces d'impact moyen

Corridors de transport et de service (4.3 – Transport par eau) :

Le dragage aux fins de navigation peut entraîner des conséquences sur les plans environnemental, biologique, et physique (Ebert, 1995). Les effets précis du dragage sur les populations de toxolasmes nains sont inconnus, mais ils ont déjà causé la destruction directe de l'habitat de moules, et peuvent mener à l'envasement et à l'accumulation de sable dans les gisements de moules locaux et en aval, rendant le substrat instable, remettant des contaminants en suspension et causant des changements dans les communautés d'organismes benthiques et de poissons, et ralentissant la vitesse du courant (Watters, 2000). En outre, ils peuvent entraîner l'enlèvement des moules et la redistribution de ces individus dans un habitat sous-optimal (Miller et Payne, 1998; Aldridge, 2000). Grace et Buchanan (1981, tels que cités dans Watters, 2000) ont observé qu'aucune moule n'était présente dans une zone qui avait été draguée 15 ans auparavant. Par ailleurs, Miller et Payne (1998) ont observé que les moules présentes dans un bassin d'évitage destiné aux barges étaient tolérantes aux perturbations telles que le dragage. Des travaux de dragage ont lieu aux embouchures des rivières Thames, Belle et Ruscom, car plusieurs marinas et maisons résidentielles se trouvent dans cette région. Ces activités de dragage peuvent avoir lieu annuellement, mais la plupart ont lieu en aval des populations existantes de toxolasmes nains (Balint, comm. pers., 2011).

Les populations d'organismes aquatiques peuvent aussi être touchées par la navigation, qui a lieu dans les zones d'activité commerciale, près des embouchures de certaines de ces rivières (p. ex. la rivière Grand) (Nielsen *et al.*, 1986; Aldridge *et al.*, 1987). Les effets de la navigation sur les moules n'ont pas été étudiés au Canada. Une expérience en laboratoire portant sur les effets de l'exposition intermittente aux solides en suspension et à la turbulence de trois espèces de moules laisse croire que l'exposition fréquente à la turbulence et à de fortes concentrations de solides en suspension faisaient diminuer significativement les taux d'excrétion, d'absorption de l'oxygène et d'élimination de l'azote, tout en induisant des changements à d'autres substrats cataboliques, ce qui est souvent indicateur de la présence d'un stress environnemental (Aldridge *et al.*, 1987). Lors d'une autre étude, Miller et Payne (1995) ont toutefois observé que les changements associés à la vitesse de navigation sont trop faibles et que leur durée est trop courte pour avoir des effets négatifs sur les gisements de moules.

Espèces et gènes envahissants ou problématiques (8.1 – Espèces exotiques et non indigènes envahissantes) :

La présence moules de la famille des Dreissenidés (*Dreissena polymorpha* et *D. rostriformis*) est la menace la plus grave pour les moules qui vivent dans les Grands Lacs. Les moules zébrées et quaggas se fixent à la coquille des moules et interfèrent ainsi avec l'alimentation, la respiration, la reproduction, l'excrétion et la locomotion (Haag *et al.*, 1993; Baker et Hornbach, 1997). Elles ont presque complètement éradiqué les Unionidés indigènes du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de la rivière Détroit (Schloesser et Nalepa, 1994; Nalepa *et al.*, 1996; Schloesser *et al.*, 2006). Bien que les Dreissenidés aient considérablement modifié les écosystèmes des Grands Lacs, la menace qu'elles posent aujourd'hui n'est pas aussi grave qu'il y a une décennie. Certaines espèces (autres que les moules) montrent des signes de rétablissement (Crail *et al.*, 2011; Strayer *et al.*, 2011).

L'invasion par les gobies à taches noires pourrait nuire directement et indirectement aux populations de moules (Ray et Corkum, 1997; Poos *et al.*, 2010). Les effets directs comprennent la prédation, car on a observé cette espèce de poisson se nourrir de moules juvéniles dans la rivière Sydenham. Indirectement, le gobie à taches noires est en partie responsable du déclin des populations de poissons benthiques indigènes (compétition et prédation des œufs). Les espèces de poissons qui semblent touchées par la présence du gobie à taches noires comprennent le fouille-roche (*Percina caprodes*), le chabot tacheté (*Cottus bairdii*), le raseux-de-terre noir (*Etheostoma nigrum*), l'omisco (*Percopsis omiscomaycus*), le fouille-roche gris (*P. copelandi*), le dard barré (*E. flabellare*), le dard vert (*E. blennioides*) et l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) (French et Jude, 2001; Steinhart *et al.*, 2004; Thomas et Haas, 2004; Baker, 2005; Reid et Mandrak, 2008). Le déclin des populations de raseux-de-terre est préoccupant, car il s'agit d'un hôte présumé du toxolasme nain. Même s'il n'y a pas d'études précises démontrant les effets négatifs du gobie à taches noires sur le crapet vert, le crapet arlequin ou la marigane blanche, ce poisson altère l'écosystème qui abrite ces trois derniers, ce qui peut perturber le cycle reproducteur du toxolasme nain.

La carpe commune (*Cyprinus carpio*), une autre espèce envahissante, pourrait aussi perturber les populations de toxolasmes nains. Il est possible qu'elle consomme des moules juvéniles et qu'elle déloge les moules adultes, et le fait qu'elle déracine les plantes et qu'elle se nourrisse de la faune associée aux sédiments modifie l'habitat de façon importante, et la destruction de cet habitat sera probablement une conséquence beaucoup plus grave (Dextrase *et al.*, 2003).

Changements climatiques et conditions météorologiques extrêmes (11.1 – Déplacement et altération de l'habitat) :

Les effets du changement climatique, comme la diminution des niveaux d'eau et des températures atmosphériques, l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes et l'émergence de maladies, pourraient nuire aux moules d'eau douce indigènes (Lemmen et Warren, 2004). Il existe de nombreux modèles climatiques dont les prédictions diffèrent concernant les effets à long terme des changements climatiques, mais la plupart entre eux prédisent une baisse des niveaux d'eau (COSEPAC, 2007). Une diminution des températures de l'eau pourrait avoir des effets particulièrement importants sur les populations de moules d'eau douce qui vivent dans les milieux humides peu profonds, comme c'est le cas du toxolasme nain. La diminution des niveaux d'eau pourrait causer la disparition locale de l'espèce ou forcer son déplacement dans des eaux plus profondes, où il est probable que les Unionidés soient supplantés par les Dreissenidés. Comme les effets des changements climatiques sur les moules d'eau douce ne sont que spéculatifs, il est difficile de déterminer la probabilité et la portée de cette menace sur les populations de toxolasmes nains

Développement résidentiel et commercial (1.1 – Habitations et zones urbaines) :

On ne dispose pas de données quantitatives sur le nombre de toxolasmes nains touchés par les activités de développement résidentiel et commercial au Canada, mais l'on croit que l'enlèvement ou l'altération de l'habitat de prédilection, du toxolasme nain ou de ses hôtes, ont un effet direct sur le rétablissement et la survie de l'espèce. Les travaux réalisés dans les cours d'eau (aménagement de quais et de marinas, durcissement des rives) dont l'empreinte est importante associés à l'établissement des humains pourraient représenter une menace pour les populations existantes de toxolasmes nains. Par exemple, le durcissement et l'aménagement des rives des rivières Ruscom et Belle représentent des préoccupations majeures en matière de modifications apportées à l'écosystème. La modification des rives peut entraîner la perte de débris ligneux et de végétation aquatique et causer des changements dans l'action des vagues, la direction du courant et les schémas d'érosion des sédiments, de même que nuire aux échanges énergétiques entre les portions aquatique et terrestre de la rive (Nodwell *et al.*, 2007; Strayer et Findlay, 2010). Toutes ces conséquences peuvent entraîner des effets négatifs sur le toxolasme nain et/ou sur ses espèces hôtes.

Modification du système naturel (7.2 – Barrages, gestion et utilisation de l'eau) :

On sait que la présence de bassins de retenue et de barrages dans les cours d'eau dulcicoles nuit aux communautés de moules (Blalock et Sickel, 1996; Vaughn et Taylor, 1999; Watters, 2000; Parmalee et Polhemus, 2004). Les bassins de retenue et les barrages causent habituellement un envasement, une stagnation, une perte d'habitat en eaux peu profondes, une accumulation de polluants, une mauvaise qualité de l'eau, et modifient la température de l'eau (Bogan, 1993; Vaughn et Taylor, 1999; Watters, 2000). Les barrages perturbent aussi la connectivité dans l'habitat et peuvent créer des barrières qui empêchent les poissons hôtes de se déplacer et, par conséquent, les moules de se disperser. Ils causent en outre une rétention de sédiments en amont et un affouillement en aval (Watters, 1996; Gardner *et al.*, 2011). De plus, la mauvaise gestion des ouvrages de contrôle des débits peut faire en sorte d'assécher certaines zones, rendant le milieu non propice pour la vie des moules, car le fond du cours d'eau peut être exposé. Le seul barrage important dans l'aire de répartition du toxolasme nain est le barrage de Dunnville sur la rivière Grand. Ce barrage est situé à l'intérieur de la zone d'effet de lac, et il est peu probable que le fait de l'enlever entraînerait des changements importants sur le plan du débit ou de la condition du substrat. De plus, L'Office de conservation de la nature de la rivière Grand ne planifie pas enlever le barrage de Dunnville (Allan, comm. pers., 2011). Par conséquent, les effets potentiels de ce barrage sur le toxolasme nain sont minimes.

Menaces de faible impact

Intrusions et perturbations humaines (6.1 – Activités récréatives) :

Les activités récréatives, comme la navigation de plaisance, peuvent nuire aux moules en faisant augmenter le total des solides en suspension. Par exemple, les rivières Ruscom et Belle fournissent un accès facile au lac Sainte-Claire pour la navigation de plaisance et la pêche. Les effets de la navigation de plaisance n'ont pas été étudiés au Canada, mais quelques études ont porté sur la façon dont les gros navires nuisent aux moules (voir **Corridors de transport et de service**). De plus amples recherches sont nécessaires pour déterminer si les populations de toxolasmes nains pourraient être en péril en raison de cette intrusion ou perturbation humaine précise.

Développement résidentiel et commercial (1.2 – Zones commerciales et industrielles) :

Les populations de toxolasmes nains en Ontario semblent restreintes aux cours inférieurs de ces rivières et sont donc vulnérables aux développements commerciaux associés à ces portions du bassin versant. Exemples de la façon dont les développements commerciaux modifient l'habitat : durcissement des rives, utilisation de l'eau, absence de zone riveraine, pollution et présence de substances toxiques, dragage. Les cours inférieurs des rivières Sydenham et Grand, de même que le havre Hamilton (lac Ontario) font l'objet d'un développement commercial, et n'importe laquelle des perturbations énumérées ci-dessus nuira sans l'ombre d'un doute à l'habitat aquatique en modifiant la chimie de l'eau, la composition du substrat et les communautés de poissons hôtes, et en le polluant (voir les sections ci-dessus pour de plus amples détails).

Utilisation des ressources biologiques (5.4 – Pêche et récolte de ressources aquatiques) :

Les moules d'eau douce ont été utilisées comme aliments, comme couteaux, comme grattoirs, comme ustensiles et comme monnaie (Stewart, 1992). L'industrie du bouton de nacre était vivante et bien portante en Ontario, où des industries étaient présentes dans les rivières Thames et Grand. De 1935 aux années 1950, environ 100 tonnes de moules ont été récoltées chaque année dans la rivière Thames (Stewart, 1992). Detweiler (1918) a mentionné que la rivière Grand abritait des moules de plus grande valeur commerciale que toute autre rivière en Ontario. Une petite industrie de décoquillage s'est établie au début des années 1900 le long de la rivière Grand, et, bien que le toxolasme nain n'était probablement pas une espèce visée par l'industrie du bouton de nacre, il se peut qu'on en ait récolté par accident. Cette industrie, dans la rivière Grand, près de Dunnville, a enlevé au moins 260 tonnes de moules de la rivière Grand en 1915 et 1916 (Detweiler, 1918). La cueillette de milliers de tonnes de moules dans ces réseaux est sans doute à l'origine de l'abondance et de la répartition actuelles des Unionidés en Ontario.

Intrusions et perturbations humaines (6.3 – Travaux et autres activités) :

La collecte de toxolasmes nains aux fins de la recherche scientifique peut être incluse sous « Travaux et autres activités », car elle pourrait avoir certains effets sur les populations existantes. Bien que la recherche puisse entraîner certains effets (liés au délogement, à la manipulation (Haag et Commens-Carson, 2008), la recherche scientifique est nécessaire pour accroître les connaissances au sujet de la population et de sa situation.

Nombre de localités :

Le nombre de localités a été déterminé selon les directives de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Ainsi, on a d'abord sélectionné la menace plausible la plus grave qui touche toute l'aire de répartition du taxon. Dans les cas où la menace plausible la plus grave ne touche pas toute l'aire de répartition du taxon, d'autres menaces peuvent servir à définir et à dénombrer les localités dans les zones non affectées par cette menace plausible la plus grave. S'il y a deux menaces plausibles graves ou plus, le nombre de localités retenu est celui correspondant à la menace avec laquelle on obtient le plus petit nombre de localités. Dans le cas du toxolasme nain, les menaces d'impact élevé comprennent la pollution (attribuable aux charges en sédiments et en nutriments, aux contaminants et aux substances toxiques), principalement liée au développement urbain dans pas moins de sept localités : lac Sainte-Claire et rivière Sydenham; rivière Thames; rivière Ruscom, Belle Rivière; lac Érié et son affluent (rivière Grand); lac Ontario et havre Hamilton et affluents (ruisseau Twenty Mile, anse Sunfish); rivière Welland (tableau 2). La localité correspondant à l'affluent principal du lac Érié (la rivière Grand) est principalement touchée par les menaces urbaines/industrielles et par le fait qu'elle est isolée spatialement de toutes les autres localités. Les localités du lac Ontario, de la rivière Welland, et du ruisseau Twenty Mile sont soumises aux menaces agricoles, mais sont isolées spatialement du lac Sainte-Claire et des localités se trouvant dans les affluents de ce dernier. Bien que la localité du havre Hamilton (anse Sunfish) puisse être considérée comme spatialement similaire à celle du lac Ontario, elle est principalement touchée par les menaces urbaines/industrielles, et il est peu probable qu'elle soit touchée par des menaces similaires aux menaces qui pèsent sur les autres plans d'eau que l'on considère comme faisant partie de cette localité.

En se fondant sur les menaces d'impact moyen, notamment sur la présence des moules envahissantes de la famille des Dreissenidés, qui envahissent les affluents vers l'aval, et sur la présence du gobie à taches noires, qui peut envahir les affluents vers l'amont, trois à quatre localités ont été établies : le lac Sainte-Claire et ses affluents (rivières Sydenham, Thames, Ruscom et Belle), le lac Érié et son affluent (rivières Grand), le lac Ontario et ses affluents (rivière Welland et ruisseau Twenty Mile), et le havre Hamilton (anse Sunfish). On arrive à trois localités si on inclut le havre Hamilton dans le lac Ontario. Les Dreissenidés et le gobie à taches noires sont des menaces qui peuvent nuire rapidement à toutes les populations de toxolasmes nains.

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

La *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral constituait historiquement le plus important texte de loi protégeant le toxolasme nain et son habitat au Canada. Toutefois, les récentes modifications apportées à la *Loi sur les pêches* ont grandement modifié le degré de protection de l'espèce, et il n'est pas clair pour le moment si la *Loi sur les pêches* continuera de protéger le toxolasme nain. Parmi les modifications importantes figurent les trois suivantes : 1) toutes les références explicites à l'habitat du poisson ont été supprimées; 2) l'expression « détérioration, destruction ou perturbation de l'habitat du poisson » a été remplacée par « dommages sérieux »; 3) les interdictions générales de détérioration de l'habitat du poisson ont été remplacées par des interdictions qui s'appliquent désormais seulement aux poissons importants visés par « une pêche commerciale, récréative ou autochtone ». La collecte de moules d'eau douce exige un permis délivré par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, aux termes de la *Loi de 1997 sur la protection du poisson et de la faune*. D'autres protections indirectes sont assurées par l'intermédiaire des mesures de protection de l'habitat décrites ci-dessous, dans **Protection et propriété de l'habitat**.

Plusieurs espèces de moules sont protégées aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada et de la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* de l'Ontario, notamment l'obovarie ronde (*Obovaria subrotunda*), le ptychobranche réniforme (*Ptychobranchus fasciolaris*) (Morris, 2006a) l'épioblasme ventrue [appelée « dysnomie ventrue jaune » dans le programme de rétablissement du MPO] (*Epioblasma torulosa rangiana*), l'épioblasme tricorne (*E. triquetra*), la pleurobème ronde [appelée « pleurobème écarlate » dans le programme de rétablissement du MPO] (*Pleurobema sintoxia*), la mulette du necture [appelée « mulette du *Necturus* » dans le programme de rétablissement du MPO] (*Simpsonaias ambigua*), la villeuse haricot (*Villosa fabalis*) (Morris et Burridge, 2006) et la lampsile fasciolée (*Lampsilis fasciola*) (Morris, 2006b). Le toxolasme nain pourrait donc bénéficier indirectement de la protection accordée à ces autres espèces ou des mesures mises en œuvre (recherche, intendance, sensibilisation, etc.) dans le cadre des programmes de rétablissement visant les espèces ci-dessus.

Statuts et classements non juridiques

Le toxolasme nain est considéré non en péril à l'échelle mondiale (G5) et non en péril à l'échelle nationale (N5) aux États-Unis, mais gravement en péril à l'échelle nationale (N1) au Canada (NatureServe, 2011). L'espèce ne figure pas sur la liste rouge de l'UICN. La cote actuelle est de 2 au Canada et en Ontario (peut-être en péril; Wild Species, 2010). Aux États-Unis, le toxolasme nain est considéré possiblement disparu dans deux États, gravement en péril dans deux États, en péril dans deux États, vulnérable dans cinq États, apparemment non en péril dans sept États, et non en péril dans deux États – aucune cote n'a été attribuée dans quatre des États où l'espèce est présente (tableau 3).

Tableau 3. Cotes de conservation infranationales du toxolasme nain en Amérique du Nord. Toutes les données sont tirées de NatureServe (2011).

Cote de conservation	Description	Province/État
S1	Gravement en péril	Ontario
SH	Possiblement disparu de l'État	Géorgie, État de New York
S1	Gravement en péril	Iowa, Pennsylvanie (S1S2)
S2	En péril	Kansas (S2S3), Virginie-Occidentale
S3	Vulnérable	Alabama, Indiana, Dakota du Sud, Texas, Wisconsin
S4	Apparemment non en péril	Arkansas, Illinois, Kentucky (S4S5), Louisiane, Mississippi, Missouri, Oklahoma
S5	Non en péril	Ohio, Tennessee
SNR	Non classé	Floride, Michigan, Minnesota, Nebraska

Protection et propriété de l'habitat

La *Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières* de l'Ontario interdit la retenue ou la déviation d'un cours d'eau si celle-ci elle entraîne un envasement. Le développement riverain en Ontario est géré par une réglementation sur les plaines inondables mise en œuvre par les offices de protection de la nature.

Les autres lois qui contribuent à améliorer la qualité globale de l'eau pour toutes les espèces de moules comprennent les suivantes : 1) la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*, qui régit l'entreposage et l'utilisation des éléments nutritifs; 2) la *Loi de 2006 sur l'eau saine*, qui protège les sources d'eau de l'Ontario par l'intermédiaire de comités locaux qui établissent la liste des menaces existantes et potentielles et mettent en œuvre des mesures visant à atténuer ces menaces (MEO, 2011); 3) la *Loi sur les ressources en eau* de l'Ontario, qui vise à conserver, à protéger et à gérer les ressources en eau tant souterraines que superficielles de toute la province de l'Ontario (MEO, 2011); 4) la *Loi sur la protection de l'environnement*, qui interdit le déversement dans l'environnement de tout contaminant (ayant des effets négatifs) et exige que tout déversement de polluants soit signalé et nettoyé en temps opportun (MEO, 2011).

La majorité des terres adjacentes aux cours d'eau abritant des toxolasmes nains sont privées. Toutefois, le fond des rivières appartient généralement à la Couronne. Certaines occurrences dans la rivière Grand s'étendent jusque dans l'aire de conservation Byng, qui appartient à l'Office de protection de la nature de la rivière Grand. Les toxolasmes nains observés dans la rivière Welland se trouvent dans la zone de conservation du ruisseau Chippewa, qui appartient à l'Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Le financement nécessaire à l'élaboration du présent rapport a été fourni par Environnement Canada. Les rédacteurs souhaitent remercier Andrew Doolittle (Pêches et Océans Canada) de son aide dans la préparation des cartes de répartition et d'échantillonnage ainsi que Jenny Wu (Environnement Canada), qui a fait les calculs de l'IZO et de la zone d'occurrence.

Ackerman, J., professeur, Department of Integrative Biology, University of Guelph, Guelph (Ontario) N1G 2W1

Andreae, M. 2011. Resources Biologist, Office de protection de la nature de la région de St. Clair, Strathroy (Ontario) N7G 3P9.

Baker, J. 2011. Watershed Restoration Coordinator, Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, Welland (Ontario) L3C 3W2.

Child, M. 2011. Director of Watershed Restoration, Office de protection de la nature de la région d'Essex, Essex (Ontario) N8M 1Y6

Doolittle, A. Technicien, SIG Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario). L7R 4A6.

Mandrak, N., chercheur, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario)

McGoldrick, D., Aquatic Ecologist, Environnement Canada Burlington (Ontario) L7R 4A6

Nadeau, S., Senior Advisor, Sciences des populations de poissons, Pêches et Océans Canada, Ottawa (Ontario) K1A OE6.

Nantel, P., spécialiste de l'évaluation des espèces, Direction de l'intégrité écologique, Parcs Canada, Ottawa (Ontario).

Oldham, M., botaniste, Centre d'information sur le patrimoine naturel, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Peterborough (Ontario) K9J 8M5.

Tuininga, K., Service canadien de la faune, Environnement Canada, Downsview (Ontario) M3H 5T4.

SOURCES D'INFORMATION

Aldridge, D.C. 2000. The impacts of dredging and weed cutting on a population of freshwater mussels (Bivalvia : Unionidae), *Biological Conservation* 95:247-257.

Aldridge, D.W., B.S. Payne et A.C. Miller. 1987. The effects of intermittent exposure to suspended solids and turbulence on three species of freshwater mussels, *Environmental Pollution* 45:17-28.

Allan, C., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, novembre 2011, Aquatic Resources Supervisor, Office de protection de la nature de la rivière Grand, Cambridge (Ontario).

Allen, D.C., et C.C. Vaughn. 2009. Burrowing behavior of freshwater mussels in experimentally manipulated communities, *Journal of the North American Benthological Society* 28:93-100.

Amyot, J.P., et J.A. Downing. 1998. Locomotion in Elliptio complanata (Mollusca: Unionidae): a reproductive function?, *Freshwater Biology* 39:351-358.

Baker, F.C. 1928. The fresh water mollusca of Wisconsin, Part II, Pelecypoda. Bulletin of the Wisconsin Geological and Natural History Survey 70:i-iv + 1-495.

Baker, K. 2005. Nine year study of the invasion of western Lake Erie by the round goby (*Neogobius melanostomus*): changes in goby and darter abundance, *Ohio Journal of Science* 105:A-31.

Baker, S.M., et D.J. Hornbach. 1997. Acute physiological effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) infestation on two unionid mussels, *Actinonaias ligamentina* and *Amblema plicata*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:512-519.

Balfour, D.L., et L.A. Smock. 1995. Distribution, age structure, and movements of the freshwater mussel *Elliptio complanata* (Mollusca, Uniondae) in a headwater stream, *Journal of Freshwater Ecology* 10:255-268.

Balint, D., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, novembre 2011, Species at Risk Coordinator, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario).

Barnucz, J.D., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, octobre à décembre 2011, Aquatic Science Biologist, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario).

Base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. 2011. Base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. Microsoft Access 2010. Ministère des Pêches et des Océans, Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, Burlington (Ontario).

Bauer, G. 2001. Factors affecting naiad occurrence and abundance, pages 155 à 162, *in* G. Bauer et K. Wachtler (éd.), *Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionida*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Blalock, H.N., et J.B. Sickel. 1996. Changes in mussel (Bivalvia: Unionidae) fauna within the Kentucky portion of Lake Barkley since impoundment of the lower Cumberland River, American Malacological Bulletin 13:111-116.

Bogan, A.E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca, Unionida) - A search for causes, *American Zoologist* 33:599-609.

Bowlby, J.N., K. McCormack et M.G. Heaton. 2010. Hamilton Harbour and watershed fisheries management plan, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario et Jardins botaniques royaux, Ontario, 122 p.

Bringolf, R.B., W.G. Cope, M.C. Barnhart, S. Mosher, P.R. Lazaro et D. Shea. 2007a. Acute and chronic toxicity of pesticide formulations (atrazine, chlorpyrifos, and permethrin) to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea*, *Environmental Toxicology and Chemistry* 26:2101-2107.

Bringolf, R.B., W.G. Cope, S. Mosher, M.C. Barnhart et D. Shea. 2007 b. Acute and chronic toxicity of glyphosate compounds to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea* (Unionidae), *Environmental Toxicology and Chemistry* 26:2094-2100.

Campbell, D., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, novembre 2011. Collections Assistant, The Paleontological Research Institution, Ithaca (New York).

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2011. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique : chlorures. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 18 p.

Clarke, A.H. 1981. Les mollusques d'eau douce du Canada. Musée national des sciences naturelles et Musées nationaux du Canada, Ottawa (Ontario), 447 p.

Clarke, A.H. 1992. Ontario's Sydenham River, an important refugium for native freshwater mussels against competition from the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, *Malacology Data Net* 3:43-55.

Cooper, J.E. 2011. Unionid mussel mortality from habitat loss in the Salmon River, New York, following dam removal *Advances in Environmental Research* 14:351-354.

Cope, W.G., R.B. Bringolf, D.B. Buchwalter, T.J. Newton, C.G. Ingersoll, N. Wang, T. Augspurger, F.J. Dwyer, M.C. Barnhart, R.J. Neves et E. Hammer. 2008. Differential exposure, duration, and sensitivity of unionoidean bivalve life stages to environmental contaminants, *Journal of North American Benthological Society* 27:451-462.

COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) Population de la Saskatchewan – Nelson et Population des Grands Lacs – Ouest du Saint-Laurent, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vii + 66 p.

COSEPAC. 2007. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*) au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vii + 40 p.

COSEPAC. 2009. Recherche d'espèces sauvages. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, disponible à l'adresse : http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/SearchResult_f.cfm (consulté en novembre 2011).

Crail, T.D., R.A. Krebs et D.T. Zanatta. 2011. Unionid mussels from nearshore zones of Lake Erie, *Journal of Great Lakes Research* 37:199-202.

Crunkilton, R.L., et R.L. Duchrow. 1990. Impact of a massive crude-oil spill on the invertebrate fauna of a Missouri Ozark stream, *Environmental Pollution* 63:13-31.

Detweiler, J.D. 1918. The pearly fresh-water mussels of Ontario, *Contributions to Canadian Biology* 38a:75-91.

Dextrase, A.J., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, novembre 2011, Biodiversity Conservation Policy Advisor, ministère des Richesses naturelles, Peterborough (Ontario).

Dextrase, A.J., S.K. Staton et J.L. Metcalfe-Smith. 2003. Programme national de rétablissement pour les espèces en péril de la rivière Sydenham : une approche écosystématique, Plan national de rétablissement n° 25, Rétablissement des espèces canadiennes en péril (RESCAPÉ), Ottawa (Ontario), 78 p.

Ebert, D.J. 1995. Dredging, pages 157 à 167, *in* C.F. Bryan, et D.A. Rutherford (éd.), *Impacts on warmwater streams: Guidelines for evaluation*, Southern Division, American Fisheries Society, Little Rock (Arkansas).

Espèces sauvages. 2010. Espèces sauvages : La situation générale des espèces au Canada. Conseil canadien pour la conservation des espèces en péril, disponible à l'adresse : http://www.wildspecies.ca/wildspecies2010/home.cfm?lang=f (consulté en juin 2012].

Fisher, G.R., et R.V. Dimock. 2002. Ultrastructure of the mushroom body: digestion during metamorphosis of *Utterbackia imbecillis* (Bivalvia: Unionidae), *Invertebrate Biology* 121:126-135.

French, J.R.P., et D.J. Jude. 2001. Diets and diet overlap of nonindigenous gobies and small benthic native fishes co-inhabiting the St. Clair River, Michigan, *Journal of Great Lakes Research* 27:300-311.

Fuller, S.L.H. 1974. Clams and Mussels (Mollusca: Bivalvia), pages 215 à 273, *in* C.W. Hart, et S.L.H. Fuller (éd.), *Pollution ecology of freshwater invertebrates*, Academic Press (New York).

Fuller, S.L.H. 1978. Fresh-water mussels (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) of the Upper Mississippi River: Observations at selected sites within the 9-foot channel navigation project on behalf of the United States Army Corps of Engineers, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Division of Limnology and Ecology, Philadelphia (Pennsylvanie).

Funk, J.L. 1957. Movement of stream fishes in Missouri, *Transactions of the American Fisheries Society* 85:39-57.

Gagné, F., B. Bouchard, C. Andre, E. Farcy et M. Fournier. 2011. Evidence of feminization in wild *Elliptio complanata* mussels in the receiving waters downstream of a municipal effluent outfall, *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology* 153:99-106.

Gagné, F., C. Blaise et J. Hellou. 2004. Endocrine disruption and health effects of caged mussels, *Elliptio complanata*, placed downstream from a primary-treated municipal effluent plume for 1 year, *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology* 138:33-44.

Gagnon, C., F. Gagné, P. Turcotte, I. Saulnier, C. Blaise, M.H. Salazar et S.M. Salazar. 2006. Exposure of caged mussels to metals in a primary-treated municipal wastewater plume, *Chemosphere* 62:998-1010.

Gardner, C., S.M. Coghlan, J. Zydlewski et R. Saunders. 2011. Distribution and abundance of stream fishes in relation to barriers: Implications for monitoring stream recovery after barrier removal, River Research and Application. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rra.1572/pdf (en anglais seulement).

Gatenby, C.M., B.C. Parker et R.J. Neves. 1997. Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Lea, 1829) (Bivalvia: Unionidae), reared on algal diets and sediment, *American Malacological Bulletin* 14:57-66.

Gatz, A.J., et S.M. Adams. 1994. Patterns of movement of centratchids in two warmwater streams in eastern Tennessee, *Ecology of freshwater fish* 3:35-48.

Gerking, S.D. 1953. Evidence for the concepts of home range and territory in stream fishes, *Ecology* 34:347-365.

Gillis, P.L. 2011. Assessing the toxicity of sodium chloride to the glochidia of freshwater mussels: Implications for salinization of surface waters, *Environmental Pollution* 159:1702-1708.

Gillis, P.L., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, novembre 2011, scientifique, Environnement Canada, Burlington (Ontario).

Gillis, P.L., R.J. Mitchell, A.N. Schwalb, K.A. McNichols, G.L. Mackie, C.M. Wood et J.D. Ackerman. 2008. Sensitivity of the glochidia (larvae) of freshwater mussels to copper: Assessing the effect of water hardness and dissolved organic carbon on the sensitivity of endangered species, *Aquatic Toxicology* 88:137-145.

Goudreau, S.E., R.J. Neves et R.J. Sheehan. 1993. Effects of wastewater treatment plant effluents on freshwater mollusks in the Upper Clinch River, Virginia, USA, *Hydrobiologia* 252:211-230.

Haag, W.R., D.J. Berg, D.W. Garton et J.L. Farris. 1993. Reduced survival and fitness in native bivalves in response to fouling by the introduced zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) in western Lake Erie, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:13-19.

Haag, W.R., et A.L. Rypel. 2011. Growth and longevity in freshwater mussels: evolutionary and conservation implications, *Biological Reviews* 86:225-247.

Haag, W.R., et A.M. Commens-Carson. 2008. Testing the assumption of annual shell ring deposition in freshwater mussels, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:493-508.

Hall, J.D., K. O'Conner et J. Ranieri. 2006. Progress towards delisting a Great Lakes Area of Concern: The role of integrated research and monitoring in the Hamilton Harbour Remedial Action Plan, *Environmental Monitoring and Assessment*, Springer 17 p.

Hamilton Harbour Technical Team. 2007. Hamilton Harbour RAP water quality goals and targets review, Part 1: Response to the city of Hamilton's proposed wastewater system upgrades, rapport sommaire, Remedial Action Plan for Hamilton Harbour, Burlington (Ontario), x + 21 p.

Havlik, M.E., et L.L. Marking. 1987. Effects of contaminants on Naiad Mollusks (Unionidae): A Review 164:1-20.

Holm, E., N.E. Mandrak et M.E. Burridge. 2009. The ROM field guide to freshwater fishes of Ontario, Musée royal de l'Ontario, Toronto (Ontario), 462 p.

Hove, M.C. 1995. Suitable hosts for the Lilliput, *Toxolasma parvus*, Triannual Unionid Report 8:9.

Huebner, J.D., et K.S. Pynnonen. 1992. Viability of glochidia of two species of *Anodonta* exposed to low pH and selected metals, *Canadian Journal of Zoology* 70:2348-2355.

Jackson, D.A., P.R. Peres-Neto et J.D. Olden. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:157-170.

Kat, P.W. 1982. Effects of population density and substratum type on growth and migration of *Elliptio complanata* (Bivalvia: Unionidae), *Malacological Review*, 15:119-127.

Keller, A.E., et S.G. Zam. 1991. The acute toxicity of selected metals to the freshwater mussel, *Anodonta imbecilis*, *Environmental Toxicology and Chemistry* 10:539-546.

Kidd, B.T. 1973. Unionidae of the Grand River drainage, Ontario, Canada, thèse de maîtrise ès sciences, Carleton University, Ottawa (Ontario), CANADA, 171 p.

La Rocque, A., et J. Oughton. 1937. A preliminary account of the unionidae of Ontario, *Canadian Journal of Research* 15d:147-155.

Lemmen, D.S., et F.J. Warren. 2004. Impacts et adaptation liés au changement climatique : perspective canadienne, Ressources naturelles Canada, Ottawa (Ontario), xxv + 190.

Lewis, J.B., et P.N. Riebel. 1984. The effects of substrate on burrowing in freshwater mussels (Unionidae), *Canadian Journal of Zoology* 62:2023-2025.

Liquori, V.M., et G.D. Insler. 1985. Gill parasites of the white perch: phenologies in the lower Hudson River, *New York Fish and Game Journal* 32:71-76.

Mackie, G.L. 1996. Diversity and status of Unionidae (Bivalvia) in the Grand River, a tributary of Lake Erie, and its drainage basin, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Peterborough (Ontario), iv + 39 p.

Mackie, G.L., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, septembre 2011, professeur émérite, Département de biologie intégrative, University of Guelph, Guelph (Ontario).

Master, L.L., D. Faber-Langendeon, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heidel, J. Nichols, L. Ramsay et A. Tomaino. 2009. NatureServe Conservation Status Assessments: Factors for assessing extinction risk, NatureServe, Arlington (Virginie), 57 p.

Matthews, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman and Hall and Kluwer Academic Publishers, Norwell (Massachusetts), xxii + 756 p.

McMahon, R.F. 1991. Mollusca: Bivalvia, pages 315 à 399, *in* J. H. Thorp et A.P. Covich (éd), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Academic Press, Inc., San Diego (Californie).

McNichols, K.A., comm. pers. 2010. Rédaction d'un résumé par K. McNichols-O'Rourke, juillet 2010, Research Technician, University of Guelph, Guelph (Ontario).

MEO (ministère de l'Environnement de l'Ontario). 2011. Mesures législatives, disponible à l'adresse : http://www.ene.gov.on.ca/environment/fr/legislation/index.htm (consulté en octobre 2011).

Metcalfe-Smith, J.L., A. MacKenzie, I. Carmichael et D. McGoldrick. 2005a. Photo field guide to the freshwater mussels of Ontario, St. Thomas Field Naturalist Club Inc., St. Thomas (Ontario), 61 p.

Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, C.R. Jacobs et B.L. Upsdell. 2005 b. Monitoring and assessment of managed refuge sites for native freshwater mussels on Walpole Island First Nation, Fonds de rétablissement des espèces canadiennes en péril et Environnement Canada, Burlington (Ontario), ii + 35 p.

Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, D.T. Zanatta et L.C. Grapentine. 2007. Development of a monitoring program for tracking the recovery of endangered freshwater mussels in the Sydenham River, Ontario, Direction générale des sciences et de la technologie, Environnement Canada, Burlington (Ontario), 61 p.

Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, M. Williams, D.W. Schloesser, J. Biberhofer, G.L. Mackie, M.T. Arts, D.T. Zanatta, K. Johnson, P. Marangelo et D.T. Spencer. 2004. Status of a refuge for native freshwater mussels (Unionidae) from impacts of the exotic zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in the delta area of Lake St. Clair, Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada, collection INRE n° 99-058, Burlington (Ontario), 49 p.

Metcalfe-Smith, J.L., et B. Cudmore-Vokey. 2004. National general status assessment of freshwater mussels (Unionicea), Institut natiuonal de recherche sur les eaux, Burlington (Ontario), 26 p.

Metcalfe-Smith, J.L., G.L. Mackie, J. Di Maio et S.K. Staton. 2000 b. Changes over time in the diversity and distribution of freshwater mussels (Unionidae) in the Grand River, southwestern Ontario, *Journal of Great Lakes Research* 26:445-459.

Metcalfe-Smith, J.L., J. Di Maio, S.K. Staton et G.L. Mackie. 2000a. Effect of sampling effort on the efficiency of the timed search method for sampling freshwater mussel communities, *Journal of North American Benthological Society* 19:725-732.

Metcalfe-Smith, J.L., J. Di Maio, S.K. Staton et S.R. De Solla. 2003. Status of the freshwater mussel communities of the Sydenham River, Ontario, Canada, *American Midland Naturalist* 150:37-50.

Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et E.L. West. 1998. Assessment of current conservation status of rare species of freshwater mussel in southern Ontario, Institut national de recherche sur les eaux, collection INRE n° 98-019, Burlington (Ontario), 77 p.

Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et I.M. Scott. 1999. Range, population stability and environmental requirements of rare species of freshwater musels in southern Ontario, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ontario), 84 p.

Miller, A.C., et B.S. Payne. 1995. An analysis of freshwater mussels (Unionidae) in the upper Ohio River near Huntington, West Virginia: 1993 Studies. US Army Corps Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg (Mississippi), x + 64 p.

Miller, A.C., et B.S. Payne. 1998. Effects of disturbances on large-river mussel assemblages, *Regulated Rivers-Research & Management* 14:179-190.

Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1994. Water Management, Policies Guidelines Provincial Water Quality Objectives of the Ministry of Environment and Energy, disponible à l'adresse : http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@resources/documents/resource/std01_079681.pdf (consulté en novembre 2011).

Morris, T.J. 2006a. Stratégie de rétablissement de l'obovarie ronde (*Obovaria subrotunda*) et du ptychobranche réniforme (*Ptychobranchus fasciolaris*) au Canada, série de stratégies de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa (Ontario), xi + 47 p.

Morris, T.J. 2006b. Programme de rétablissement de la lampsile fasciolée (*Lampsilis fasciola*) au Canada, série des Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, CANADA, Ottawa (Ontario), x + 47 p.

Morris, T.J., D.J. McGoldrick, J.L. Metcalfe-Smith, D.T. Zanatta et P.L. Gillis. 2008. Pre-COSEWIC assessment of the Wavyrayed Lampmussel (*Lampsilis fasciola*), Pêches et Océans Canada, Canadian Science Advisory Secretariat, Science Advisory Report 2008/083, Burlington (Ontario), v + 39 p.

Morris, T.J., et A. Edwards. 2007. Freshwater mussel communities of the Thames River, Ontario: 2004-2005, Pêches et Océans Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2810, Burlington (Ontario), 30 p.

Morris, T.J., et M. Burridge. 2006. Programme de rétablissement pour la dysnomie ventrue jaune, l'épioblasme tricorne, le pleurobème écarlate, la mulette du *Necturus* et la villeuse haricot au Canada, série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa (Ontario), viii + 76 p.

MPO (Pêches et Océans Canada). 2011. Évaluation du potentiel de rétablissement de la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*), de la troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*), de la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) et de la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada, Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, Avis scientifique 2010/073, Burlington (Ontario) 32 p.

Mummert, A.K., R.J. Neves, T.J. Newcomb et D.S. Cherry. 2003. Sensitivity of juvenile freshwater mussels (*Lampsilis fasciola*, *Villosa iris*) to total and un-ionized ammonia, *Environmental Toxicology and Chemistry* 22:2545-2553.

Mundahl, N.D., et C.G. Ingersoll. 1983. Early autumn movements and densities of Johnny (*Etheostoma nigrum*) and fantail (*Etheostoma flabellare*) darters in a southwestern Ohio stream, *Ohio Journal of Science* 83:103-108.

Murray, M., et D. Korpalski. 2010. The Enbridge oil spill, National Wildlife Federation, Ann Arbour (Michigan), 4 p.

Nalepa, T.F., D.J. Hartson, G.W. Gostenik, D.L. Fanslow et G.A. Lang. 1996. Changes in the freshwater mussel community of Lake St Clair: From Unionidae to *Dreissena polymorpha* in eight years, *Journal of Great Lakes Research* 22:354-369.

Nalepa, T.F., J.R.P. III French, C. Madenjian et D.W. Schloesser. 2011. State of the Great Lakes 2012 Draft, disponible à l'adresse : http://www.solecregistration.ca/documents/Dreissenid%20Mussels%20DRAFT%20Oct2011.pdf (consulté le 1er mai 2013).

NatureServe. 2011. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life, disponible à l'adresse : http://www.natureserve.org/explorer/servlet/NatureServe?post_processes=PostReset&loadTemplate=nameSearchSpecies.wmt&Type=Reset (consulté en septembre 2011).

Neves, R.J., et M.C. Odom. 1989. Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Viginia, *Journal of Wildlife Management* 53:934-941.

Newton, T.J. 2003. The effects of ammonia on freshwater unionid mussels, *Environmental Toxicology and Chemistry* 22:2543-2544.

Newton, T.J., J.W. Allran, J.A. O'Donnell, M. R. Bartsch et W. B. Richardson. 2003. Effects of ammonia on juvenile unionid mussels (*Lampsilis cardium*) in laboratory sediment toxicity tests, *Environmental Toxicology and Chemistry* 22:2554-2560.

Newton, T.J., S.J. Zigler, J.T. Rogala, B.R. Gray et M. Davis. 2011. Population assessment and potential functional roles of native mussels in the Upper Mississippi River, *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 21:122-131.

Nichols, S.J., H. Silverman, T.H. Dietz, J.W. Lynn et D.L. Garling. 2005. Pathways of food uptake in native (Unionidae) and introduced (Corbiculidae and Dreissenidae) freshwater bivalves, *Journal of Great Lakes Research* 31:87-96.

Nielsen, L.A., R.J. Sheehan et D.J. Orth. 1986. Impacts of navigation of riverine fish production in the United States, *Polski Archiwum Hydrobiologii* 33:277-294.

Nodwell, J., S. Kyba et M. Loewen. 2007. St. Clair River restoration assessment project report, Office de protection de la nature de la région de St. Clair, Strathroy (Ontario), 82 p.

O'Conner, K.M. 2010. Contaminant loading and concentrations to Hamilton Harbour. 2002-2007 Update, page 76, Hamilton Harbour RAP Technical Team, Burlington (Ontario).

Office de protection de la nature de la région de St. Clair. 2008. St. Clair Region Watershed Report Card, diponible à l'adresse : http://www.scrca.on.ca/Report_Cards/Report_Card_Summary_Report.pdf (consulté en octobre 2011; en anglais seulement).

Office de protection de la nature de la région de St. Clair. 2011. About Us: Facts and figures. St. Clair Region Conservation Authority, disponible à l'adresse : http://www.scrca.on.ca/AboutUs.htm (consulté en novembre 2011; en anglais seulement).

Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure. 2004. UTRCA water report: Turning information into action, disponible à l'adresse : http://www.thamesriver.on.ca/Downloads/images/waterreport_lowres.pdf (consulté en novembre 2011; en anglais seulement).

Office de protection de la nature de la rivière Thames. 2007. The 2007 Upper Thames River Watershed Report Card, disponible à l'adresse : http://www.thamesriver.on.ca/Watershed_Report_Cards/images_2007/Section1_Background-Methodology.pdf (consulté en novembre 2011; en anglais seulement).

Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara. 2010a. NPCA water quality monitoring program: 2009 Annual Report, Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, Welland (Ontario), iii + 35 p.

Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara. 2010 b. Central Welland River Watershed Plan, Office de protection de la nature de la péninsule du Niagara, Welland (Ontario), 246 p.

Office de protection de la nature de la région d'Essex. 2010. Watershed Characterization: Essex Region Source Protection Area, Office de protection de la nature de la région d'Essex. http://www.essexregionsourcewater.org/downloads/ar_chapter2.pdf (consulté en novembre 2011; en anglais seulement).

Office de protection de la nature de la rivière Grand. 1998. State of the watershed report: background report on the health of the Grand River watershed, 1996-97, Office de protection de la nature de la rivière Grand, Kitchener (Ontario), vii + 13-5 p.

Office de protection de la nature de la rivière Grand. 2011. Facts about the Grand Office de protection de la nature de la rivière Grand, diponible à l'adresse : http://www.grandriver.ca/index/document.cfm?Sec=74&Sub1=4 (consulté en octobre 2011).

Ortmann, A.E. 1912. Notes upon the families and genera of the najades, *Annals of the Carnegie Museum* 8:222-365.

Ortmann, A.E. 1919. A monograph of the naiades of Pennsylvania, Part III, Systematic account of the genera and species, *Memoirs of the Carnegie Museum* 8:1-385, 321 pls, 334 figures.

Österling, M.E., B.L. Arvidsson et L.A. Greenberg. 2010. Habitat degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera*: influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host, *Journal of Applied Ecology* 47:759-768.

Parmalee, P.W., et A.E. Bogan. 1998. The freshwater mussels of Tennessee. The University of Tennessee Press/Knoxville, Knoxville (Tennessee), xii + 328 p.

Parmalee, P.W., et R.R. Polhemus. 2004. Prehistoric and pre-impoundment populations of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidaue) in the South Fork Holston River, Tennessee, *Southeastern Naturalist* 3:231-240.

Paukert, C.P., D.W. Willis et M.A. Bouchard. 2004. Movement, home range, and site fidelity of Bluegills in a Great Plains lake, *North American Journal of Fisheries Management* 24:154-161.

Poos, M., A.J. Dextrase, A.N. Schwalb et J.D. Ackerman. 2010. Secondary invasion of the round goby into high diversity Great Lakes tributaries and species at risk hotspots: potential new concerns for endangered freshwater species, *Biological Invasions* 12:1269-1284.

Ray, W.J., et L.D. Corkum. 1997. Predation of zebra mussels by round gobies, *Neogobius melanostomus*, *Environmental Biology of Fishes* 50:267-273.

Registre public des espèces en péril. 2011. Profil d'espèce : Crapet sac-à-lait. Gouvernement du Canada, disponible à l'adresse : http://www.sararegistry.gc.ca/species/speciesDetails_f.cfm?sid=122 [consulté en novembre 2011].

Reid, S.M., et N.E. Mandrak. 2008. Historical changes in the distribution of threatened channel darter (*Percina copelandi*) in Lake Erie with general observations on the beach fish assemblage, *Journal of Great Lakes Research* 34:324-333.

Ressources naturelles Canada. 2011. L'Atlas du Canada : infrastructure de pipelines. Ressources naturelles Canada, disponible à l'adresse : http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/economic/transportation/pm_pipelines (consulté en octobre 2011).

Ricciardi, A., F.G. Whoriskey et J. B. Rasmussen. 1995. Predicting the intensity and impact of *Dreissena* infestation on native unionid bivalves from *Dreissena* field density, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52:1449-1461.

Robertson, C.S., et E.I. Blakeslee. 1948. The Mollusca of the Niagara Frontier Region, Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences 19:xi + 191.

Salafsky, N., D. Salzer, A.J. Stattersfield, C. Hilton-Taylor, R. Neugarten, S.H.M. Butchart, B. Collen, N. Cox, L.L. Master, S. O'Connor et D. Wilkie. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: Unified classifications of threats and actions, *Conservation Biology* 22:897-911.

Schloesser, D.W., et T.F. Nalepa. 1994. Dramatic decline of unionid bivalves in offshore waters of western Lake Erie after infestation by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51:2234-2242.

Schloesser, D.W., J.L. Metcalfe-Smith, W.P. Kovalak, G.D. Longton et R.D. Smithee. 2006. Extirpation of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) following the invasion of dreissenid mussels in an interconnecting river of the Laurentian Great Lakes, *American Midland Naturalist* 155:307-320.

Schloesser, D.W., W.P. Kovalak, G.D. Longton, K.L. Ohnesorg et R.D. Smithee. 1998. Impact of zebra and quagga mussels (*Dreissena* spp.) on freshwater unionids (Bivalvia: Unionidae) in the Detroit River of the Great Lakes, *American Midland Naturalist* 140:299-313.

Schwalb, A.N., et M.T. Pusch. 2007. Horizontal and vertical movements of unionid mussels in a lowland river, *Journal of the North American Benthological Society* 26:261-272.

Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1998. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada.* Ottawa : ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, xi + 1026 p.

Smith, P., et T.J. Morris. En révision. First observation of the Lilliput (*Toxolasma parvum*) in Canada outside the Lake Erie – Lake St Clair watersheds, *Canadian Field Naturalist*.

Smithson, E.B., et C.E. Johnston. 1999. Movement patterns of stream fishes in an Ouachita Highlands Stream: An examination of the restricted movement paradigm, *Transactions of the American Fisheries Society* 128:847-853.

Stanley, E.H., et M.W. Doyle. 2003. Trading off: the ecological removal effects of dam removal, *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:15-22.

Steinhart, G.B., E.A. Marschall et R.A. Stein. 2004. Round goby predation on smallmouth bass offspring in nests during simulated catch-and-release angling, *Transactions of the American Fisheries Society* 133:121-131.

Stewart, W.G. 1992. Freshwater molluscs of Elgin County, Ontario, W.G. Stewart, St. Thomas (Ontario), 8 p.

Strayer, D.L., et A.R. Fetterman. 1999. Changes in the distribution of freshwater mussels (Unionidae) in the upper Susquehanna River basin, 1955-1965 to 1996-1997, *American Midland Naturalist* 142:328-339.

Strayer, D.L., et S.E.G. Findlay. 2010. Ecology of freshwater shore zones, *Aquatic Sciences* 72:127-163.

Strayer, D.L., N. Cid et H.M. Malcom. 2011. Long-term changes in a population of an invasive bivalve and its effects, *Oecologia* 165:1063-1072.

Taylor, I., B. Cudmore-Vokey, C. MacCrimmon, S. Madzia et S. Hohn. 2004. Synthesis report: identification of the physical and chemical attributes and aquatic species at risk of the Thames River watershed. Thames River Ecosystem Recovery Team, disponible à l'adresse : http://www.thamesriver.on.ca/species_at_risk/synthesis_report/Thames_River_Synthesis_report.pdf (consulté en octobre 2011; en anglais seulement).

Tepe, W.C. 1943. Hermaphroditism in *Carunculina parva*, a freshwater mussel, *American Midland Naturalist* 29:621-623.

Tetzloff, J. 2001. Survival rates of unionid species following a low oxygen event in Big Darby Creek, Ohio, *Ellipsaria* 3:18-19.

Thomas, M.V., et R.C. Haas. 2004. Status of the Lake St. Clair fish community and sport fish, 1996-2001. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Division, Fisheries Research Report 2067, Lansing (Michigan), 26 p.

Thompson, D.H. 1933. The migration of Illinois fishes, Biological Notes No. 1, page 26., Illinois Natural History Survey, Urbana (Illinois), 25 p.

Turgeon, D.D., Quinn Jr., J.F., A.E. Bogan, E.V. Coan, F.G. Hochberg, W.G. Lyons, P.M. Mikkelsen, R.J. Neves, C.F.E. Roper, G. Rosenberg, B. Roth, A. Scheltema, F.G. Thompson, M. Vecchione et J.D. Williams. 1998. Common and scientific names of aquatic invertebrates from the United States and Canada: Mollusks, 2e édition, *American Fisheries Society Special Publication* 26:ix-526.

USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service). 1994. Clubshell (*Pleurobema clava*) and Northern Riffleshell (*Epioblasma torulosa rangiana*) Recovery Plan, Region five, U.S Fish and Wildlife Service, Hadley (Massachusetts), vi + 63 p.

Utterback, W. 1916. The Naiads of Missouri, VI, *American Midland Naturalist* 4:387-400.

van der Schalie, H. 1966. Hermaphrodism among North American freshwater mussels, *Malacologia* 5:77-78.

van der Schalie, H. 1970. Hermaphrodism among American freshwater mussels, *Malacologia* 10:93-112.

Vaughn, C.C., and C.C. Hakenkamp. 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems, *Freshwater Biology* 46:1431-1446.

Vaughn, C.C., et C.M. Taylor. 1999. Impoundments and the decline of freshwater mussels: A case study of an extinction gradient, *Conservation Biology* 13:912-920.

Villella, R.F., D.R. Smith et D.P. Lemarie. 2004. Estimating survival and recruitment in a freshwater mussel population using mark-recapture techniques, *American Midland Naturalist* 151:114-133.

Walker, B. 1913. The Unione fauna of the Great Lakes, *Nautilus* 27:18-23, 29-34, 40-47, 56-59.

Water Quality Working Group. 2011. Water Management Plan: Technicial memorandum: Conceptual understanding of phosphorus delivery in the Grand River Watershed, disponible à l'adresse : http://www.grandriver.ca/waterplan/TechBrief_Nutrients_2011.pdf (consulté en novembre 2011; en anglais seulement].

Watters, G.T. 1996. Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts, *Biological Conservation* 75:79-85.

Watters, G.T. 2000. Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations, First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium, *Ohio Biological Survey*:261-274.

Watters, G.T. 2007. A brief look at freswater mussel (Unionacea) biology, pages 51 à 64, *in* J. L. Farris, et J.H. Van Hassel (éd.), *Freshwater bivalve ecotoxicology*, SETAC et CRC Press, Pensacola (Floride).

Watters, G.T., M.A. Hoggarth et D.H. Stansbery. 2009. The freshwater mussels of Ohio, Ohio State University Press, Columbus (Ohio), xiii + 421 p.

Watters, G.T., S.H. O'Dee et S. Chrodas III. 2001. Patterns of vertical migration in freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae), *Journal of Freshwater Ecology* 16:541-549.

Watters, G.T., T. Menker, S. Thomas et K. Kuehnl. 2005. Host identifications or confirmations, *Ellipsaria* 7:11-12.

Welker, M., et N. Walz. 1998. Can mussels control the plankton in rivers? A planktological approach applying a Lagrangian sampling strategy, *Limnology and Oceanography* 43:753-762.

Williams, J.D., A.E. Bogan et J.T. Garner. 2008. Freshwater mussels of Alabama and the Mobile Basin in Georgia, Mississippi and Tennessee, The University of Alabama Press, Tuscaloosa, 908 p.

Wood, P.J., et P.D. Armitage. 1997. Biological effects of fine sediment in the lotic environment, *Environmental Management* 21:203-217.

WQB (Water Quality Branch). 1989. The application of an interdisciplinary approach to the selection of potential water quality sampling sites in the Thames River basin, Environnement Canada, Water Quality Branch, Ontario Region, Burlington (Ontario) x + 122 p.

Yagi, A.R., et C. Blott. 2008. Niagara River watershed fish community assessment (2003-2007), ministère des Richesses naturelles, Vineland Station (Ontario) 197 p.

Yeager, M.M., D.S. Cherry et R.J. Neves. 1994. Feeding and burrowing behaviors of juvenile Rainbow Mussels, *Villosa iris* (Bivalvia, Unionidae), *Journal of the North American Benthological Society* 13:217-222.

Zanatta, D.T. 2000. Biotic and abiotic factors relating to distribution of unionid mussel species in Lake St. Clair, thèse de maîtrise ès sciences, University of Guelph, Guelph (Ontario), CANADA, 120 p.

Zanatta, D.T., comm. pers. 2011. Correspondance par courriel adressée à K. McNichols-O'Rourke, octobre 2011, Assistant Professor, Institute for Great Lakes Research, Biology Department, Central Michigan University, Mount Pleasant (Michigan).

Zanatta, D.T., et R.W. Murphy. 2006. Evolution of active host-attraction strategies in the freshwater mussel tribe Lampsilini (Bivalvia: Unionidae), *Molecular Phylogenetics and Evolution* 41:195-208.

Zanatta, D.T., G.L. Mackie, J.L. Metcalfe-Smith et D.A. Woolnough. 2002. A refuge for native freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from impacts of the exotic zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Lake St. Clair, *Journal of Great Lakes Research* 28:479-489.

Zanatta, D.T., S.J. Fraley et R.W. Murphy. 2007. Population structure and mantle display polymorphisms in the wavy-rayed lampmussel, *Lampsilis fasciola* (Bivalvia : Unionidae), *Canadian Journal of Zoology* 85:1169-1181.

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

Todd J. Morris (Ph.D) est chercheur scientifique spécialisé dans le milieu benthique au Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences halieutiques de Pêches et Océans Canada, à Burlington, en Ontario, au Canada. Il est titulaire d'un baccalauréat ès sciences spécialisé en zoologie de l'Université Western Ontario (University of Western Ontario) (1993), d'un diplôme (avec mention « distinction ») en écologie et en évolution de l'Université Western Ontario (1994), d'une maîtrise ès sciences en écologie aquatique de l'Université de Windsor (University of Windsor) (1996) et d'un doctorat en zoologie de l'Université de Toronto (University of Toronto) (2002). Les intérêts de recherche de M. Morris sont concentrés sur les facteurs biotiques et abiotiques qui structurent les écosystèmes aquatiques. Il a mené des travaux sur un vaste éventail de taxons aquatiques, allant du zooplancton aux poissons prédateurs. Il étudie également la faune de moules d'eau douce de l'Ontario depuis 1993, est l'auteur de trois programmes de rétablissement visant huit espèces de moules d'eau douce désignées par le COSEPAC, préside l'équipe de rétablissement des moules d'eau douce de l'Ontario et est membre du Sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC ainsi que de l'Endangered Mussels Subcommittee de l'American Fisheries Society.

Kelly McNichols-O'Rourke est technicienne des sciences aquatiques au Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences halieutiques de Pêches et Océans Canada, à Burlington, en Ontario, au Canada. Elle est titulaire d'un baccalauréat ès sciences spécialisé en biologie marine et d'eau douce de l'Université de Guelph, en Ontario (2001), et d'une maîtrise ès sciences en biologie intégrative de la même université (2007). M^{me} McNichols-O'Rourke s'intéresse particulièrement au cycle vital et à la répartition des Unionidés indigènes et de leurs poissons hôtes dans les écosystèmes aquatiques. Elle étudie les mulettes de la famille des Unionidés en Ontario depuis 2000, a corédigé deux programmes de rétablissement (en a révisé/mis à jour quatre) visant 11 espèces de mulettes désignées en péril par le COSEPAC, et est membre de plusieurs équipes de rétablissement, dont l'équipe de rétablissement des moules d'eau douce de l'Ontario.

Lynn Bouvier est conseillère scientifique au Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences halieutiques de Pêches et Océans Canada, à Burlington, en Ontario, au Canada. Elle est titulaire d'un baccalauréat ès sciences spécialisé en biologie marine et d'eau douce de l'Université de Guelph, en Ontario (2003). Elle possède également une maîtrise en zoologie de l'Université de Guelph (2006), dans le cadre de laquelle elle a étudié les effets de la connectivité des milieux humides sur les assemblages de poissons d'eau douce. Elle étudie les moules et les poissons d'eau douce des Grands Lacs depuis 2003. Ses intérêts actuels comprennent la biodiversité, les espèces de moules et de poissons en péril au Canada et l'établissement des menaces qui pèsent sur ces espèces.

COLLECTIONS EXAMINÉES

La description suivante de la création de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs a été modifiée d'après COSEPAC (2006).

Le Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences halieutiques du MPO, à Burlington, en Ontario, abrite une base de données informatisée associée à un SIG appelée la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. Cette base de données a été créée en 1996 et contient toute l'information disponible relative aux mentions historiques et actuelles des espèces de moules d'eau douce observées dans l'ensemble du bassin inférieur des Grands Lacs. Les sources de données d'origine provenaient notamment de la littérature, de musées d'histoire naturelle, d'organismes fédéraux, provinciaux et municipaux (et de quelques organismes des États-Unis), d'offices de protection de la nature, de plans d'assainissement pour les secteurs préoccupants des Grands Lacs, de thèses universitaires et de sociétés d'experts-conseils en environnement. Les collections de moules de six musées d'histoire naturelle de la région des Grands Lacs (le Musée canadien de la nature, le Musée de zoologie de l'Université de l'Ohio [Ohio State University Museum of Zoology], le Musée royal de l'Ontario, le Musée de zoologie de l'Université du Michigan [University of Michigan Museum of Zoology], le Musée et Centre des sciences de Rochester [Rochester Museum and Science Center] et le Musée des sciences de Buffalo [Buffalo Museum of Science]) ont été les principales sources de données (deux tiers des données). M^{me} Janice Metcalfe-Smith (biologiste à Environnement Canada) a personnellement examiné les collections du Musée royal de l'Ontario, du Musée de zoologie de l'Université du Michigan et du Musée des sciences de Buffalo, de même que de plus petites collections du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. La base est continuellement mise à jour par l'ajout de données de terrain, et comprend aujourd'hui plus de 8 500 mentions d'Unionidés provenant des lacs Ontario, Érié et Sainte-Claire et de leurs bassins versants, de même que de plusieurs des principaux affluents du lac Huron inférieur. La majeure partie des données consignées dans la base proviennent aujourd'hui de relevés de terrain récents (datant d'après 1996) réalisés par le MPO, Environnement Canada, des organismes provinciaux et des offices de protection de la nature. Cette base de données est la source de tous les renseignements sur les populations canadiennes de toxolasmes nains présentés dans ce rapport. Les rédacteurs du présent rapport de situation ont personnellement examiné les spécimens vivants de toutes les populations qui y sont décrites.